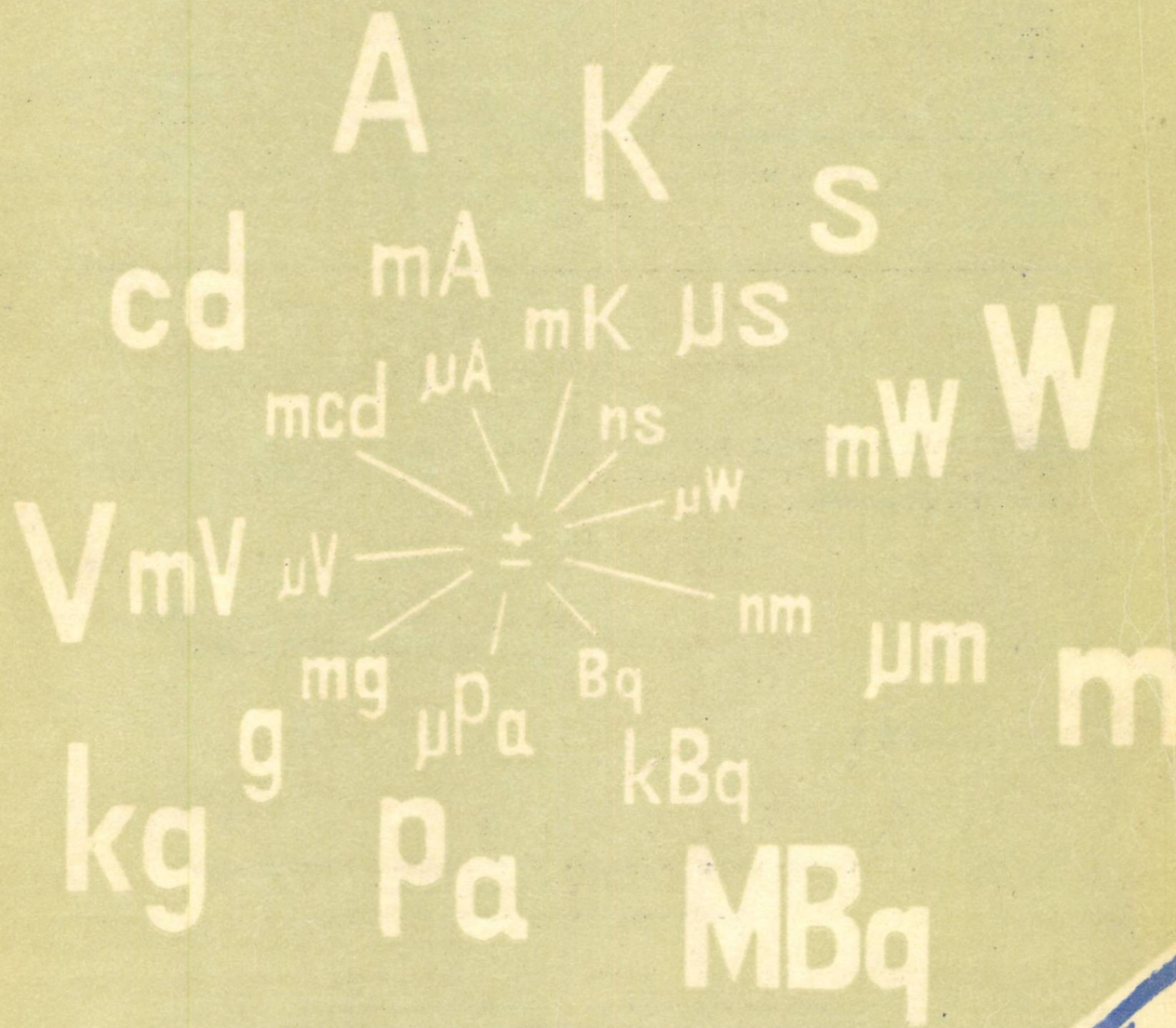
E 8225 L: 326549

INM Nr. 5-6 / 1991

metrologie



serie nouă

SUMMARY

MIHAI FLORIN POPESCU : On the Distribution of Measurement Errors 106

EMIL PETRIU : Sensing in Robotics 110

DAN STOICIU and *LIVIU TOMA :* Measurement of the dielectric absorbtion Coefficient 114

MIRANDA NAFORNIȚĂ and *IOAN NAFORNIȚĂ :* On Sampling in Numerical Power Measurement 117

SORIN GREȘITĂ : Electronic Extensometer for Strain Measurements in Textile, Rubber, Plastic and Metal Samples 120

EUGENIA CĂRBUNESCU and *GHEORGHE BĂLUȚĂ* : Reflexion Device for Spectrophotometry 126

Notes
Information
Oficial Part

* * * Metrological Technical Norm NTM 3—128—77, „Calibration of Blood Pressure Measuring Devices'' 134

* * * Metrological Technical Norm NTM 3—154—87, „Calibration of Standard Calibration Devices for Speed Counters'' 138

SOMMAIRE

MIHAI FLORIN POPESCU : La distribution des erreurs de mesure 106

EMIL PETRIU : Capteurs pour les robots 110

DAN STOICIU et *LIVIU TOMA :* Le mesurage du coefficient d'absorbtion diélectrique 114

MIRANDA NAFORNIȚĂ et *IOAN NAFORNIȚĂ :* L'emploi de la méthode d'échantillonnage pour le mesurage numérique de la puissance réactive . . . 117

SORIN GREȘITĂ : Extensomètre électronique pour mesurer les déformations des épreuves de textiles, de materiaux caoutchoutiers, de plastique et de metaux 120

EUGENIA CĂRBUNESCU et *GHEORGHE BĂLUȚĂ :* Dispositif de réflexion pour la spectrophotométrie 126

Notes
Informations
Partie Officielle

* * * Norme technique de métrologie NTM 3—128—77, „La verification métrologique des appareils de mesure pour la pression artérielle'' 134

* * * Norme technique de métrologie NTM 3—154—87, „L'étalonnement métrologique des appareils étalons pour la vérification des compteurs de vitesse'' 138

REDACȚIA :

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 342060/191
344030/191 ; București; 75669

ADMINISTRAȚIA :

DIRECȚIA DE PRESĂ PENTRU PUBLICITATE ȘI TIPĂRITURI

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1,
București. 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176030.
interior 2086 și 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul
309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.

★

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM
— Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3
P.O.B. 146—137 Telex 12226

★

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate
a DPPT Calea Victoriei 174 cont 645120603 BCR filiala sector 1

METROLOGIE

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

Publicație tehnico-științifică
editată de
INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

SUMAR

MIHAI FLORIN POPESCU: Cum sînt repartizate erorile de măsurare? . . . 106

EMIL PETRIU: Sensori pentru robotică 110

DAN STOICIU și *LIVIU TOMA:* Măsurarea coeficientului de absorbție dielectrică 114

MIRANDA NAFORNIȚĂ și *IOAN NAFORNIȚĂ:* Considerații asupra eșantionării în cazul măsurării numerice a puterii reactive 117

SORIN GREȘIȚĂ: Extensometru electronic destinat măsurării deformațiilor probelor din materiale textile, cauciucuri, mase plastice și metale 120

EUGENIA CĂRBUNESCU și *GHEORGHE BĂLUȚĂ:* Dispozitiv de reflexie pentru spectrofotometrie 126

INFORMAȚII
NOTE
PARTEA OFICIALĂ

* * * Norma tehnică de metrologie NTM 3—128—77, „Verificarea metrologică a aparatelor de măsurat presiunea arterială (sfigmomanometre)" 134

* * * Norma tehnică de metrologie NTM 3—154—87, „Etalonarea metrologică a instalațiilor etalon folosite la verificarea contoarelor de viteză (apometrelor) 138

***

Colectivul de redacție: fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu, *(secretar de redacție)*, ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea *(redactor responsabil)*, ing. Ionel Urdea.

METROLOGIE, vol. XXXVIII (Serie nouă) nr. 5—6/1991, p. 105—144

Cum sînt repartizate erorile de măsurare?

MIHAI FLORIN POPESCU *)

Abstract: *Based upon some theoretical aspect and some practical examples, the limits of the normal distribution model for measuring errors are emphasized. Some non classic models for distributions of this kind are briefly described. As a conclusion, the importance of the quality of a theoretical model of the measuring errors distribution for measuring accuracy evaluation is pointed out.*

Résumé: *A partir des considérations théoriques et des exemples concrets, on souligne les limites du modèle de distribution normale pour les erreurs de mesure. On présente, avec une caracterisation succincte, quelques modèles non-classiques de distributions normales et on souligne, comme une conclusion, l'importance de la qualite d'un modèle théorique de distribution des erreurs de mesure pour l'évaluation de la précision d'un mesurage.*

1. Introducere

Se consideră și în prezent, de către numeroși cercetători, că legea normală Gauss-Laplace ar reprezenta modelul statistic după care sînt repartizate erorile de măsurare întîmplătoare atunci cînd observațiile sînt independente. Matematicienii presupun, de obicei, că această lege a fost stabilită ca un fapt experimental, iar cercetătorii din domeniul științelor experimentale o consideră ca fiind o teoremă matematică. Ea nu este de fapt nici una nici alta, ci pur și simplu o repartiție teoretică oarecare. Faptul că legea normală este considerată ca model al repartiției erorilor de măsurare este o *ipoteză de lucru*, ipoteză utilă în anumite situații, dar care poate deveni stînjenitoare dacă este aplicată în mod dogmatic. Să examinăm cîteva argumente pentru a demonstra afirmațiile anterioare.

2. Limitele modelului normal al repartiției erorilor de măsurare

Gauss este unul dintre cei dintîi cercetători care au introdus legea normală ca model al repartiției erorilor de măsurare. Iată ce scria el în anul 1821 : „... este imposibil de determinat valoarea cea mai probabilă a unei mărimi ce se măsoară atîta timp cît nu se cunoaște funcția care indică probabilitatea erorilor de măsurare. Întrucît această funcție **nu** este cunoscută, ceea ce rămîne de făcut este ca ea **să fie aleasă ca o ipoteză de lucru**" [6]. Gauss a considerat firesc să pună la baza studiului o funcție care, odată acceptată, să permită apoi regăsirea unor reguli utilizate în mod curent. O astfel de regulă este și cea conform căreia media aritmetică a rezultatelor unor măsurări este considerată ca fiind valoarea cea mai probabilă a mărimii măsurate, în cazul unor observații independente și de precizie egală. Alegînd legea normală ca model al repartiției erorilor de măsurare, această regulă se regăsește efectiv ca rezultat al raționamentului probabilist (media aritmetică este, în acest caz, cea mai probabilă valoare a mărimii măsurate). Un rol important în impunerea repartiției normale l-a avut și așa numita *teoremă limită centrală*, teoremă conform căreia repartiția sumei unui număr mare de evenimente elementare și independente *tinde* către repartiția normală. Așadar motivele care l-au determinat pe Gauss să se fixeze asupra modelului normal al repartiției unui șir de valori au fost convenționale și cu caracter teoretic. Ele vizau, pe de-o parte, utilizarea mediei aritmetice ca estimator „optim" al valorii exacte iar, pe de altă parte, urmăreau comoditatea calculului matematic ulterior asigurată prin intermediul teoremei limită centrală. Este însă acest model teoretic confirmat de experiență? Poate fi utilizat el fără restricții?

Primele obiecții au apărut încă din secolul al XIX-lea. Astfel, astronomul și geodezul Bessel a verificat pe trei șiruri de date experimentale dacă erorile de măsurare sînt într-adevăr repartizate conform legii normale [3]. Cu acest prilej el a remarcat că în realitate erorile mari (respectiv valorile aberante) au o frecvență de apariție superioară celei care ar trebui să rezulte conform acestei legi. Aceeași constatare a făcut-o, în anul 1886, și fizicianul Newcomb [11], sugerînd, totodată, și înlocuirea exponentului pătrat din cadrul expresiei densității de repartiție cu o funcție care să fie mai lent crescătoare. Newcomb a folosit efectiv, într-o serie de lucrări, o altă repartiție ca model al erorilor de măsurare.

În anii din urmă, odată cu dezvoltarea generală a științelor experimentale, s-au înregistrat progrese remarcabile atît în ce privește exactitatea aparatelor de măsurat cît și în domeniul matematic al metodelor de testare statistică. Măsurările efectuate în noile condiții de precizie, împreună cu testele statistice ulterioare, au relevat, cu și mai multă pregnanță, neconcordanța dintre repartițiile empirice de erori de

* Centrul de Statistică Matematică al Academiei Române B-dul Maghieru Nr. 22, București

măsurare și modelul normal al lor. Așa cum s-a menționat deja, este vorba, în primul rînd, de procentul de erori aberante. Conform așa numitei reguli a lui „3σ", regulă care rezultă din calcul matematic pe baza ipotezei de normalitate, probabilitatea ca un rezultat al măsurării unei mărimi să difere față de valoarea exactă (medie), în valoare absolută, cu mai mult de 3σ (unde σ este abaterea standard corespunzătoare repartiției) este inferioară lui 0,01. Tukey [16] a găsit, în realitate, că 10 % dintre datele inginerești referitoare la determinarea unor constante sînt erori aberante. La fel Porth (conform Hampel [7], în urma interpretării unor date din domeniul statisticii medicale, a depistat între 8 % și 12 % erori grosolane, iar Freedman [5] a identificat, în cadrul seismogramelor, între 2 % și 5 % erori aberante. Alte analize care confirmă aceeași concluzie sînt relatate de Romanovski și Green [12] din domeniul geodeziei, de către Stiegler [13] referitor la experimentele lui Michelson de determinare a vitezei luminii și la acelea ale lui Cavandish pentru calculul densității medii a Pămîntului et.

Printre cauzele care pot conduce la astfel de erori se citează și următoarele :

— poziționarea greșită a virgulei într-un rezultat al unei măsurări ;

— citirea, transcrierea sau transmiterea greșită a unor numere reprezentînd valori numerice ale mărimilor măsurate ;

— funcționarea sau manevrarea defectuoasă a aparatelor de măsurat și a dispozitivelor de înregistrare și de transmitere a rezultatelor, acțiunea lor făcînd ca acțiunea lor finală să fie o eroare compusă, de cele mai multe ori.

Examinarea atentă a datelor experimentale a relevat și alte fenomene caracteristice, cum sînt : erorile de rotunjire, tendința datelor de a se grupa în jurul unor anumite valori, fenomenul de histerezis, care determină o asimetrie a curbei densității erorilor de măsurare, alte dependențe de trecut ale erorilor în funcție de tipul aparatelor de măsurat etc. Toate aceste fenomene naturale sînt caracterizate, la rîndul lor, prin modelări statistico-matematice speciale care nu pot fi ignorate în analiza finală a erorilor de măsurare dacă se urmărește obținerea unor rezultate mai corecte. Într-o primă etapă, s-a considerat totuși că devierile de la normalitate ale repartiției erorilor de măsurare, care apar în realitate, nu ar avea vreo consecință în ceea ce privește aplicarea metodelor statistice și nici asupra concluziilor obținute pe baza luării în considerație a modelului normal. Ulterior însă, s-a observat că devieri mici ale datelor pot vicia rezultatele raționamentului statistic. Astfel, media și dispersia rezultatelor măsurărilor își pierd caracterul de optimalitate ca estimator al valorii exacte, respectiv al împrăștierii, caracter pe care îl posedă ambele pentru populațiile cu repartiție normală. După cum este cunoscut, dacă datele experimentale sînt repartizate normal atunci media de selecție este estimatorul de dispersie minimă sau, cum se spune de eficiență maximă (optim) al mediei populației. Pentru o populație statistică arbitrară media de selecție rămîne estimatorul liniar nedeplasat optim al mediei populației. Dar, în acest caz, optimul se referă la submulțimea estimatorilor care sînt liniari nedeplasați !

Un exemplu simplu ne va clarifica acest aspect și, totodată, va lămuri cum pot fi evitate impedimentele care apar într-un caz concret. Este vorba despre o metodă utilizată în practica arbitrajului sportiv, mai precis la concursurile de gimnastică, dar și în alte discipline. Pentru aprecierea performanței sportivilor, un număr de 5 arbitri notează evoluția concurenților. Notele obținute de către fiecare concurent sînt ordonate crescător, se exclud din acest șir nota cea mai mică și cea mai mare, după care se face media celorlalte trei, medie care constituie aprecierea finală a performanței. Așadar, în loc de a evalua performanța sportivului prin media tuturor celor cinci note obținute, se utilizează o *medie trunchiată* 40%, adică se elimină 40% din numărul total al valorilor, în mod egal cîte 20% de la fiecare dintre cele două capete (în cazul de față două valori). Dacă toți arbitrii ar estima relativ corect performanța concurentului, atunci notele obținute ar trebui să urmeze o repartiție normală, fără prea multe erori aberante. În această situație media celor cinci note ar fi valoarea cea mai probabilă a performanței sportivului. Dacă însă unul sau doi dintre arbitri apreciază în mod total subiectiv această performanță, atunci media celor 5 note nu va mai reflecta corect valoarea reală a concurentului, pe cînd media trunchiată 40% va furniza un rezultat mai apropiat de cel real. Să remarcăm că media trunchiată 40% furnizează un rezultat bun și în cazul cînd repartiția notelor ar fi normală. Cu alte cuvinte, media trunchiată este un estimator mai efcient decît media obișnuită în acest caz.

Tukey [16] a arătat că este suficient ca datele unei populații normale de medie 0 și dispersie 1, $N(0,1)$, să fie amestecate în proporție de o zecime, $\varepsilon = 0{,}1$, cu date dintr-o populație cu repartiția $N(0,3)$, pentru ca mediana sau media trunchiată 6% să fie ambele estimatori cu eficiență superioară mediei obișnuite.

Același fenomen are loc și pentru dispersie. Dacă printre elementele unei populații normale $N(0,1)$, se amestecă elemente avînd legea $N(0,3)$ în proporție de numai $\varepsilon = 0{,}0018$, atunci deviația medie este mai eficientă decît dispersia [16].

Pierderea caracterului de optimalitate de către medie și dispersie nu este singurul inconvenient care apare odată cu îndepărtarea repartiției unui șir de date de la repartiția normală. Coeficientul de corelație și ecuația de

regresie a variabilelor, așa cum sînt ele calculate cu formulele generale, sînt, la rîndul lor, afectate de perturbări care le fac să nu mai reflecte corect aspectele urmărite. Apoi, *nivelele de încredere ale unor teste statistice și intervalele de încredere ale unor parametri estimați*, nivele și intervale calculate pe baza ipotezei de normalitate, nu mai sînt corecte. Astfel, concluzii care sînt valabile pentru cazul unei repartiții normale pot deveni false în situații de nenormalitate (de exemplu, testele de egalitate ale dispersiilor, teste cu ajutorul cărora se apreciază, de obicei, clasa de precizie a unor aparate de măsurat).

3. Modele neclasice ale repartiției erorilor de măsurare

Odată descoperită neconcordanța dintre modelul normal și repartiția reală ale erorilor de măsurare, precum și limitele de aplicare ale metodelor de statistică parametrică clasică, reacția reflexă a cercetătorilor a fost aceea de a „adapta" realitatea la vechea teorie, și anume de a „curăța" șirurile de date experimentale de valorile care nu convin unei repartiții de tip Gauss-Laplace și efectuarea calculelor ulterioare pe baza datelor rămase.

Astfel, au fost elaborate *testele de valori aberante*. Dacă se utilizează o asemenea procedură atunci valoarea exactă obținută într-o măsurare se estimează prin media valorilor rămase, medie a cărei eficiență este, în acest caz, mare. Apar însă inconveniente de principiu. Admiterea sau respingerea unor date pe baza testului de valori aberante se face cu un nivel de încredere fixat și, ca atare, există din start riscul de a păstra sau de a elimina date care nu ar trebui să fie astfel tratate. Obiecția majoră este că noi nu cunoaștem, de fapt, cum sînt repartizate în realitate erorile de măsurare și, de aceea, este un nonsens să se elimine acele date care nu convin unei prejudecăți (modelul normal). Rezultatele experimentale trebuie prelucrate în întregime, așa cum apar. Ceea ce se impune a fi schimbat este modelul erorilor de măsurare și procedura de prelucrare a datelor experimentale.

După cum s-a menționat deja, o primă încercare de înlocuire a modelului normal al repartiției erorilor de măsurare poate fi considerată cea a lui Newcomb, din anul 1886. Conform alegerii lui Newcomb repartiția erorilor de măsurare apare ca o mixtură de repartiții normale cu dispersii diferite și cu ponderi specifice :

$$f(x) = (1/2\pi)^{1/2}\left(\frac{p_1}{\sigma}\right)e^{-(x^2/2\sigma^2)} + \\ + \ldots + \frac{p_m}{\sigma_m}e^{-(x^2/2\sigma_m^2)}.$$

Student și Jeffreys [10], [14], au utilizat, în perioada 1920—30, ca model al erorilor de măsurare distribuții t cu 5—9 grade de libertate, distribuții avînd densitatea :

$$f(x) = \left(\Gamma\left(\frac{s+1}{2}\right)\Big/\left(\sqrt{\pi s}\,\Gamma\left(\frac{s}{2}\right)\right)\right)\cdot \\ \cdot\left(1+\frac{x^2}{s}\right)^{-(s+1)/2}$$

$s = 5, 6, \ldots, 9$, unde Γ este funcția gamma. Ei au folosit și alt estimator pentru calculul valorii exacte în locul valorii medii.

Modelul erorilor mari. Fie $F(x)$ repartiția normală și ε un număr real, $0 < \varepsilon < 1$. În cadrul modelului erorilor de măsurare mari se consideră că valorile observate provin dintr-o populație normală F, ale cărei valori au fost amestecate cu valori ale unei alte repartiții H. Un număr de $(1-\varepsilon)\%$ dintre datele unei măsurări provin dintre cele repartizate conform legii normale F, iar restul de $\varepsilon\%$ urmează legea de repartiție dată de H. Distribuția modelului erorilor mari este :

$$G(x) = (1-\varepsilon)F(x) + \varepsilon H(x).$$

Valoarea ε se numește *factorul de contaminare al modelului*, iar H reprezintă distribuția *contaminantă*. Studiul unor astfel de modele a fost dezvoltat intens, începînd din anul 1950, de către Tukey [16], Huber [8], [9], Hampel [7], Andrews ș.a. [1], Bikel [4] etc. Pentru contaminarea repartiției normale a erorilor de măsurare se utilizează repartiții H simetrice, unimodale dar și repartiții arbitrare. Deseori se utilizează modele la care contaminarea repartiției F se face cu o repartiție normală cu alți parametri : $F = N(\mu_1, \sigma_1)$, $H = N(\mu_2, \sigma_2)$. Dacă F se contaminează cu o repartiție simetrică H avînd același centru de simetrie ca și F (de exemplu $F = N(0,1)$, $H = N(0,3)$), atunci, evident, repartiția modelului G este simetrică. Dacă repartiția F se contaminează cu o repartiție asimetrică sau cu o repartiție asimetrică, dar avînd alt centru de simetrie decît cel al lui F, atunci modelul G va avea o repartiție simetrică. Un astfel de exemplu este $G(x) = (1 - \varepsilon)N(0,1) + \varepsilon N(\mu, \sigma)$, cu $\mu \neq 0$. Studii amănunțite asupra modelelor asimetrice de acest tip au fost efectuate de către Ansell [2].

Modelul normal perturbat exponențial. Legea normală a repartiției rezultatelor măsurărilor poate fi perturbată și cu ajutorul unui parametru care apare la exponentul densității de repartiție.

Densitatea g a modelului astfel obținut este :

$$g(x) = k \cdot \exp((-1/2)(x-\mu)/\sigma)^{(2/(1+\beta))}$$

unde constanta k este aleasă astfel încît funcția $g(x)$ să fie densitate de probabilitate ($k = \Gamma((3 + \beta)/2)2^{(3+\beta)/2\sigma)}$). Parametrul β este factorul de *perturbare* (*contaminare*) *exponențială* al modelului și poate lua valori cuprinse între $-1 \leqslant \beta \leqslant 1$. Pentru $\beta = 0$ repartiția devine cea normală $N(\mu, \sigma)$, iar pentru valori $\beta > 0$, $\beta \to 1$, densitatea modelului se deformează treptat, alungîndu-se (devenind leptocurtică), transformîndu-se pentru $\beta = 1$ în densitatea repartiției dublu exponențiale. Pentru valori negative ale factorului de contaminare, $\beta < 0$, forma densității modelului se turtește (devine platicurtică), iar la limită, $\beta \to -1$, tinde către repartiția rectangulară pe intervalul $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$.

Mixturi. Se consideră că repartiția erorilor de măsurare este rezultatul amestecului a mai multor populații cu repartiții diferite. Fie p repartiții $H_1(x)$, ..., $H_p(x)$, $p \geqslant 2$ și un sistem de ponderi a_1, ..., a_p, $\sum_{i=1}^{p} a_i = 1$, $a_i > 0$. Legea modelului este dată de:

$$G(x) = \sum_{i=1}^{p} a_i H_i(x).$$

Repartițiile H_i pot fi complet diferite sau pot să aparțină aceleiași familii, dar să difere prin valorile unor parametri. Sînt studiate modele în care repartițiile H_i sînt repartiții normale, logistice, dublu exponențiale, Cauchy, repartiții t. Un model care intră în acest cadru este și cel al lui Newcomb. Evident, pentru toate aceste modele valoarea exactă a rezultatului unei măsurări se estimează, de obicei, cu alt estimator decît valoarea medie.

Modele vagi și estimatori robuști. După anul 1950, odată cu apariția unor noi modele de repartiție a erorilor de măsurare, s-a cristalizat și un alt mod de abordare al problemei. Ce înseamnă, de fapt, în termenii teoriei clasice, construcția unui model al repartiției erorilor de măsurare care să fie valabil într-o situație concretă din practică? Se presupune, pe baza experienței și a unor ipoteze teoretice, valabilitatea unei forme parametrice a repartiției erorilor. Cu ajutorul datelor disponibile se estimează parametrii repartiției pentru cazul concret. Se verifică, cu un anumit nivel de încredere, pe baza unui test statistic, dacă datele experimentale satisfac sau nu ipoteza cu privire la forma repartiției. În caz afirmativ modelul se poate utiliza; se estimează valoarea exactă a mărimii măsurate cu ajutorul estimatorului optim (cel mai eficient) corespunzător modelului etc. Trecerea de la un model unic general la o multitudine de modele cu capacități de forme diferite conferă, desigur, o flexibilitate sporită teoriei și, deci, o șansă mărită de adecvare la situațiile concrete. Această metodă de construcție și validare a modelului repartiției rezultatelor unor măsurări este însă laborioasă și, așa cum s-a văzut, nu oferă garanția că rezultatele obținute și procedurile de calcul utilizate își păstrează valabilitatea la o perturbare cît mai mică a datelor. Cercetătorii au propus, de aceea, o altă abordare a problemei. Odată cunoscută repartiția aproximativă a erorilor de măsurare, repartiție în „vecinătatea" căreia se situează repartiția datelor experimentale, să se utilizeze estimatori ai valorii exacte și ai celorlalți parametri care, fără a fi optimi pentru repartiția inițială, să fie *suficient* de buni (eficienți) pentru *toate* repartițiile din acea vecinătate. Astfel de estimatori se numesc *estimatori robuști.* În literatura de specialitate se cunosc, în prezent, peste 50 de estimatori robuști ai valorii exacte, estimatori ce fie diferă prin modul de definire al „vecinătății" repartiției inițiale, fie au la bază criteriul simplității procedeului de calcul sau alt criteriu. Media cenzurată despre care s-a amintit în prima parte a articolului este un astfel de estimator. Un alt estimator este:

$$M_e = \text{mediana } \{(x_i + x_j)/2/,$$
$$i, j = 1, \ldots, n, \quad i \leqslant j\},$$

unde x_1, ..., x_n este șirul rezultatelor măsurării. Acesta se numește *estimatorul Hodges—Lehmann.* Estimatori robuști mai sofisticați au fost studiați de Hogg, Huber, Hampel, Tukey etc. (a se vedea pentru o prezentare sintetică a acestor estimatori Andrews ș.a. [1]).

4. Concluzii

Gradul de precizie al unei măsurări este dependent nu numai de precizia intrinsecă a aparatului cu care se efectuează măsurarea ci și de inteligența metodei, adică de calitatea modelului teoretic și a procedurilor de calcul utilizate. Desigur, acest grad de precizie trebuie „plătit" cu un efort conceptual și de calcul suplimentar, dar adeseori acest efort se dovedește minor comparativ cu prețul altor mijloace de îmbunătățire a preciziei măsurărilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Andrews D. F.*, ș.a., Robust Estimates of Location: Survey and Advances, Princeton University Press, 1972

[2] *Ansell, M. I. G.*, Robustness of Location Estimators to Asymmetry, Appl. Stat., V 22, n 2, 249—254, 1973

[3] *Bessel, F. W.*, Untersuchungen über Wahrscheinlichkeit von Beobachtungsfehlern, Astronom. Nachr., V 15, 369—404, 1838

[4] *Bickel, P. I.*, On some robust estimates of location, Ann. Math. Stat. V 36, 847—858, 1965

[5] *Freedman, H. W.*, The „little variable factor". A statistical discussion of the reading of seismograms, Bull. Seismol. Soc. of America V 56, 593—604, 1966

[6] *Gauss C. F.*, Göttingische gelehrte Anzeigen, 321—327 1821

[7] *Hampel, E. R.*, Robust Estimation : A Condensed Partial Survey, Z. Wahrscheinlichkeitstheorie verw. Geb. V 27, n. 1, 87—101, 1973
[8] *Huber, P. J.*, Robust Estimation of a location parameter, Ann. of Math. Stat., V 35, 73—101, 1964
[9] *Huber, P. J.*, Robust Statistics : A Review, Ann. Math. Statist, V 43, n. 4, 1041—1067, 1972
[10] *Jeffreys, H.*, An alternative to the rejection of outliers., Proc. Roy. Soc. Ser A, V 137, 78—87, 1932
[11] *Newcomb S.*, A generalized theory of the combination of observation so as to obtain the best result. Amer. J. Math. V 8, 343—366, 1886
[12] *Romanowski M., Green, E.*, Practical applications of the modified normal distribution, Bull. Géodesique, V 76, 1—20, 1965
[13] *Stiegler, S. M.*, Do Robust Estimators Work with Real Data?, Ann. of Stat., V 5, n. 6, 1055—1098, 1977
[14] „STUDENT", The probable error of a mean, Biometrika, V 6, 1—25, 1908
[15] „STUDENT", Errors of routine analysis, Biometrika, V 19, 151—164, 1927
[16] *Turkey, J. W.*, A survey of sampling from contaminated distributions In : Contr. to Prob. and Stat. (ed. Olkin), 448—485, Stanford Univ. Press, 1960

Sensori pentru robotică

*EMIL PETRIU**)

Abstract : *The paper depicts the present stage in the development of sensors and sensor techniques in robotics, emphasizing their advantages and disadvandages for various applications. The need for a metrologic infrastructure in robotics and the role of the national and international standard organizations are also considered.*

Résumé : *L'article présente la situation actuelle du développement des capteurs pour les robots et des diverses applications. La nécessité d'une infrastructure métrologique pour ce domaine et le rôle des organizations nationaux et internationaux de standardization sont aussi pris en considération.*

Robotica s-a dezvoltat ca un domeniu de inginerie a integrării sistemelor definit de *M. Bradley* ca fiind „conexiunea inteligentă între percepţie şi acţiune". Manipulatoarele programabile ale roboţilor asigură funcţia „acţiune". Pentru asigurarea funcţiei „percepţie" există o varietate de sensori şi tehnici aferente.

Cum funcţia „acţiune" interacţionează fizic cu mediul, în orice sistem robotic se impune folosirea a două tipuri de sensori :

— „proprioceptori" pentru măsurarea parametrilor robotului (interni) ;

— „exteroceptori" pentru măsurarea parametrilor externi (externi din punctul de vedere al robotului).

*Departamentul de Inginerie Electrică Universitatea Ottawa, Ottawa, Ont., Canada

Datele de la mai mulţi sensori pot fi în continuare agregate într-un format de reprezentare comun (model al lumii). În sfîrşit, la nivelul percepţiei, modelul lumii este analizat pentru a determina starea sistemului şi a mediului şi a evalua consecinţele acţiunii sistemului robotic.

1 Proprioceptori

Din punct de vedere mecanic, un robot apare ca o structură articulată constînd dintr-o serie de segmente interconectate prin articulaţii. Fiecare articulaţie este acţionată de un activator care poate modifica poziţia relativă a celor două segmente conectate prin acea articulaţie. Proprioceptorii sînt sensorii care măsoară atît parametrii cinematici cît şi pe cei dinamici ai robotului. Pe baza acestor măsurări, sistemul de control comandă activatorilor aplicarea de cupluri astfel încît structura articulată să execute mişcarea dorită.

Parametrii cinematici uzuali sînt poziţiile articulaţiilor, vitezele şi acceleraţiile. Pentru un control adecvat al manipulatorilor robotici este de asemenea important să se urmărească parametrii dinamici ca forţele, cuplurile şi forţele de inerţie.

Cele mai uzuale traductoare de poziţie (de rotaţie) pentru articulaţii sînt : potenţiometrii, selsinele şi rezolverele, codoarele, RVDT (transformatoare diferenţiale variabile de rotaţie) şi INDUCTOSYN. Traductoarele INDUCTOSYN au precizia cea mai ridicată (± 1 secundă de arc) urmate de selsine şi rezolvere şi de codoare, potenţiometrii avînd precizia cea mai redusă.

Codoarele sînt traductoare de poziţie digitale care sînt cele mai indicate pentru interfaţare cu calculatorul. Codoarele incrementale sînt traductoare de poziţie relativă care generează un număr de impulsuri proporţional cu unghiul de rotaţie parcurs. Acestea sînt mai puţin costisitoare şi oferă o rezoluţie mai mare decît a codoarelor absolute. Codoarele incrementale au ca dezavantaj faptul că trebuie să fie iniţializate prin deplasarea lor în poziţia de referinţă („zero") la repornire, după o întrerupere accidentală a alimentării.

Codoarele absolute cu ax sînt interesante pentru aplicaţiile de control al articulaţiilor deoarece poziţia lor se regăseşte imediat şi nu acumulează erori aşa cum se poate întîmpla în cazul codoarelor incrementale. Codoarele absolute au un cod distinct de n biţi (binar natural, Gray, BCD) înscris pe fiecare interval de divizare al unei scări rotitoare. Poziţia absolută se regăseşte pe baza citirii codului specific înscris pe intervalul de divizare aflat în dreptul reperului de referinţă al codorului. Numărul de piste de cod al scării creşte proporţional cu rezoluţia dorită a măsurării limitînd rezoluţia codorului. Aceasta se poate evita prin folosirea codării pseudo-aleatoare care permite obţinerea unor codoare absolute ce necesită o singură pistă de cod.

Sensorii pentru poziţia articulaţiei se montează de obicei pe axul motorului. Atunci cînd sînt montaţi direct pe articulaţie, sensorii de poziţie permit realizarea unor bucle de reacţie pentru parametrii de conformitate ai jocului în articulaţie şi ai fidelităţii de urmărire.

Viteza unghiulară se măsoară (atunci cînd nu este calculată prin derivare pornind de la poziţiile articulaţiilor) cu ajutorul traductoarelor tahometrice. Un tahometru generează o tensiune continuă proporţională cu viteza de rotaţie a axului. Tahometrele digitale care folosesc sensori magnetici tind să înlocuiască tahometrele tradiţionale de tip motor de curent continuu care sînt prea voluminoase pentru aplicaţiile de robotică.

Sensorii pentru acceleraţie se bazează pe legea a doua a lui Newton. Acestea măsoară efectiv forţa care produce accelerarea unei mase cunoscute. Se cunosc mai multe tipuri de traductoare de acceleraţie : tip marcă tensometerică, piezoelectric, capacitiv, inductiv. S-au construit şi accelerometre micromecanice. În acest caz forţa se determină prin măsurarea efortului în bare elastice încastrate la un capăt obţinute din bioxid de siliciu prin tehnologia de fabricare a circuitelor integrate.

Mărcile tensomterice montate pe braţele manipulatorului sînt uneori folosite pentru a estima flexibilitatea structurii mecanice a robotului. Mărci tensomterice montate pe axe cu profile speciale (pătrate, de tip bară cu secţiune în formă de cruce, de tip bară radială) sînt de asemenea folosite pentru măsurarea cuplurilor în axul articulaţiei.

2. Exteroceptori

Exteroceptorii sînt sensori care măsoară interacţiunea poziţională sau de tip forţă a robotului cu mediul său înconjurător.

În funcţie de raza de acţiune exteroceptorii pot fi clasificaţi după cum urmează :

— sensori de contact,
— sensori de proximitate („near to");
— sensori „la distanţă" („far away").

2.1 *Sensori de contact*

Sensorii de contact sînt folosiţi pentru sesizarea contactului dorit între două componente care se îmbină şi/sau pentru măsurarea forţelor şi cuplurilor de interacţiune care apar în timp ce manipulatorul robotului execută operaţii de îmbinare a unor componente. Alt tip de sensori de contact este reprezentat de sensorii tactili care măsoară o multitudine de parametrii ai suprafeţei obiectului pe care îl atinge robotul.

Sensori de forţă/cuplu

Forţele de interacţiune şi cuplurile, care apar în cursul operaţiilor de asamblare mecanică, pot fi măsurate la nivelul mîinii robotului cu ajutorul unor sensori montaţi pe articulaţii sau pe articulaţia dintre braţul şi mîna manipulatorului. Prima soluţie nu este tentantă deoarece necesită conversia cuplurilor măsurate din articulaţii în forţe şi cupluri echivalente la nivelul mîinii. Forţele şi cuplul măsurate de un sensor la nivelul articulaţiei mînă-braţ pot fi transpuse aproape direct la nivelul mîinii. Sensorii pentru articulaţia mînă-braţ sînt sensibili, de dimensiuni reduse, compacţi şi nu prea grei, ceea ce îi recomandă pentru aplicaţiile de robotică în care controlul se realizează prin intermediul forţei.

Forţa/cuplul de la nivelul articulaţiei mînă-braţ are o structură mecanică radială echivalentă cu trei sau patru grinzi. Pe fiecare grindă care se încovoaie sînt montate două mărci tensometrice. Folosind un montaj diferenţial pentru mărcile tensometrice, sensorul cu patru grinzi generează opt semnale proporţionale cu componentele normale la planele mărcilor ale forţei. Folosind o „matrice de descompunere a forţei" de 6×8, cele opt semnale măsurate sînt convertite într-un vector forţă/cuplu cu 6 axe.

Detectarea tactilă

Detectarea tactilă este definită ca detectarea continuă a unor forţe de contact variabile pe o suprafaţă în cadrul căreia există o rezoluţie spaţială. Detectarea tactilă este mai complexă decît detectarea atingerii care constă în mod obişnuit într-o simplă măsurare într-un

singur punct al vectorului forță/cuplu. Sensorii tactili montați pe degetele mîinii permit robotului să măsoare componentele relevante ale forței de contact și alunecarea, sau să caute și să identifice forma obiectului.

Cele mai cunoscute tipuri tehnologice pentru sensorii tactili sînt : elastomer conductor, marcă tensometrică, piezoelectric, capacitiv și optoelectronic. Aceste tehnologii pot fi mai departe clasificate după principiul de funcționare în două categorii sensibile la forță și sensibile la deplasare. Sensorii sensibili la forță (tipurile : elastomer conductor, marcă tensometrică și piezoelectric) măsoară forțele de contact, în timp ce sensorii sensibili la deplasare (tipurile : optoelectronic și capacitiv) măsoară deformarea mecanică a unui înveliș elastic.

Detectarea tactilă este rezultatul unui act complex de percepție exploratorie cu două moduri distincte. În primul mod, detectarea pasivă, care este realizată cu ajutorul rețelei „cutanate" de sensori, furnizează informații asupra forței de contact, profilului geometric de contact și temperaturii. În al doilea mod, detectarea activă, integrează informația senzorială cutanată cu informația senzorială „kinestetică" (pozițiile brațului/articulației și vitezele).

TIPURI DE SENSORI PENTRU DETECTARE ÎN ROBOTICĂ

Proprioceptori (interni)		Exteroceptori (externi)	
Funcția		Funcția	
Poziția articulației	Potențiometru	Contact	Sensor cu contact închis/deschis
	Selsin/Rezolver		Elastomer conductor
	RVDT		Marcă tensometrică
	Inductosyn		Piezoelectric
Viteza	Tahometre		Capacitiv
Accelerația	Marcă tensometrică		
	Piezoelectric	Distanța	Optoelectronic
	Inductiv		Timp de zbor
			Triangulație
			CCD
			Televiziune convențională

În timp ce sensorul tactil (sonda) însuși furnizează informația cutanată locală, manipulatorul robotului asigură funcția kinestetică prin care sonda tactilă este deplasată pe suprafața explorată a obiectului, succesiunea de tablouri de date cutanate locale este integrată cu parametrii kinestetici de poziție ai manipulatorului obținîndu-se în final o imagine tactilă globală (model geometric) a obiectului explorat. Pentru realizarea acestui proces de integrare există mai multe tehnici de agregare multi-sensor.

2.2 *Sensori de proximitate*

Sensorii de proximitate detectează obiectele care se află în apropiere, dar fără să le atingă. Acești sensori sînt folosiți pentru operațiile robotului în cîmpul apropiat (apropierea de un obiect sau evitarea acestuia). Sensorii de proximitate se clasifică în funcție de principiul lor de funcționare în : inductivi, cu efect Hall, capacitivi, ultrasonici și optici.

Sensorii inductivi se bazează pe modificarea inductanței datorată prezenței unor obiecte metalice. Sensorii cu efect Hall se bazează pe relația care există între tensiunea dintr-un material semiconductor și cîmpul magnetic în care se află. Sensorii inductivi și cei cu efect Hall detectează numai proximitatea obiectelor feromagnetice. Sensorii capacitivi sînt potențial capabili să detecteze proximitatea oricărui tip de material solid sau lichid. Sensorii ultrasonici și cei optici se bazează pe modificarea de către obiectele aflate în imediata apropiere a unui semnal emis.

2.3 *Detectarea „la distanță" („far away")*

Există două tipuri de sensori „la distanță" („far away") folosiți în robotică : sensori de distanță și sensori de vedere.

Detectarea distanței

Sensorii de distanță măsoară distanța pînă la obiectele din raza lor de acțiune. Aceștia sînt folosiți pentru deplasarea robotului, evitarea obstacolelor sau redarea celei de-a treia dimensiuni în cazul vederii monoculare. Sensorii de distanță se bazează pe unul din următoarele două principii de funcționare : timpul de zbor și triangulația.

Sensorii bazați pe timpul de zbor estimează distanța măsurînd timpul scurs între transmisia și recepția unui impuls. Cei mai cunoscuți sensori de acest tip sînt telemetrele cu laser și sonarul.

Sensorii bazați pe triangulație măsoară distanța urmărind un punct dat de pe suprafața obiectului din două puncte de vizare diferite situate la o distanță cunoscută unul față de celălalt. Cunoscînd această distanță și cele două unghiuri sub care se vede punctul vizat de pe obiect din fiecare punct de observare, printr-o operație geometrică simplă se obține distanța.

Sensorii de vedere

Vederea robotului este un proces complex de detectare. Aceasta presupune extragerea, caracterizarea și interpretarea informației conținute în imagini pentru a identifica sau a descrie obiecte din jur.

Un sensor de vedere (camera video) convertește informația vizuală în semnale electrice care sînt apoi eșantionate și cuantificate cu ajutorul unui circuit special de interfațare cu cal-

culatorul obținîndu-se o imagine digitală. Sensorii cu corp solid de tip CCD au multe avantaje față de sensorii convenționali de tip tub electronic, cum ar fi : dimensiuni reduse, greutate redusă, robustețe mai mare, parametri electrici superiori, ceea ce îi recomandă pentru aplicațiile de robotică. Există în mod curent o multitudine de circuite de interfațare cu calculatorul („frame buffers" = „memorii de cadre") care asigură imagini digitale de 512 × × 512 cu 8 biți/pixel la frecvența cadrelor standard din televiziune (durata unui cadru singular 1/30 s). Aproape toți sensorii de vedere existenți au fost concepuți pentru televiziune, ceea ce nu înseamnă că sînt cei mai adecvați pentru aplicațiile de robotică. Datorită rezoluției reduse, a erorilor de paralaxă și a obturării cîmpului vizual de către mîinile robotului, soluția sugerată de practica obișnuită de a plasa camera video deasupra zonei de lucru are o valoare discutabilă pentru multe aplicații de robotică. Montarea sensorului de vedere în mîna robotului poate fi o soluție mai bună care elimină aceste ptobleme.

Iluminarea este o componentă foarte importantă a achiziției de imagini. Iluminarea controlată oferă soluții avantajoase pentru multe din problemele ridicate de vedere în robotică. Iluminarea din spate îmbunătățește contrastul pînă la un nivel la care se simplifică prelucrarea ulterioară a imaginii. În cazul iluminării structurate pe zona de interes se proiectează fișii de lumină speciale, grile sau alte modele. Forma modelelor proiectate pe diferite obiecte oferă informații prețioase pe baza cărora se pot reconstitui parametrii tridimensionali dintr-o imagine bidimensională. Iluminarea cu impulsuri scurte și de mare intensitate poate fi folosită pentru reducerea efectelor negative ale iluminării ambientale sau pentru eliminarea efectelor obiectelor în mișcare.

Imaginea digitală produsă de un sensor de vedere constă într-un șir numeric ce trebuie prelucrat în continuare pentru a se obține, în final, o descriere reprezentativă a obiectului vizualizat. Prelucrarea digitală a imaginii presupune mai multe etape : preprocesare, segmentare, descriere, recunoaștere și interpretare. Tehnicile de preprocesare se ocupă în mod obișnuit cu reducerea zgomotului și scoaterea în evidență a detaliilor. Algoritmii de segmentare, cum ar fi detectarea conturilor sau dezvoltarea zonelor, sînt folosiți pentru extragerea obiectului din mediul ambiant. Aceste obiecte urmează apoi să fie descrise pe baza măsurării unor mărimi caracteristice (preferabil invariante). Recunoașterea este o operație care clasifică obiectele din punct de vedere spațial. Interpretarea este operația care atribuie o semnificație ansamblului obiectelor recunoscute.

Trebuie remarcat faptul că, așa cum se întîmplă și în cazul detectării tactile, vederea robotului nu este încă suficient dezvoltată pentru aplicații industriale.

Poate să pară surprinzător, dar robotica în general nu are o infrastructură metrologică bine precizată. Doar foarte recent ISO și unele organizații naționale de standardizare au început să definească terminologia și metodele standardizate de încercare pentru măsurările de caracterizare a performanțelor în robotică. Dezvoltarea în continuare a tehnologiei de detectare pentru robotică va face apel într-o și mai mare măsură la cadrul metodologic și metrologic deja existent în domeniul măsurărilor și instrumentației. În epoca modernă „a informației", detectarea pentru robotică apare ca un domeniu de avangardă ce se impune a fi explorat de către inginerii specializați în măsurări și instrumentație.

Măsurarea coeficientului de absorbţie dielectrică

DAN STOICIU şi LIVIU TOMA*

Abstract: *Dielectric absorbtion represents the tendency of charges within a capacitor to redistribute themselves over a period of time, resulting in „creep" to a new voltage level when allowed to rest after large and or fast voltage changes. Dielectric absorbtion is undesirable in such applications as sample and hold circuits, ramp voltmeters and peak detectors. For its characterization use is made of a dielectric absorbtion coefficient. A definition of this coefficient and a microcomputer-based measuring method are presented with in the paper. Experimental results were very close those known from corresponding literature.*

Résumé: *Le phénomène d'absorbtion diélectrique, qui se manifeste comme un retardement ou un post effet dans le comportement des condensateurs, est particulièrement importun pour les application de précision comme les circuits d'échantillonage et de mémorisation, les voltmètres à integration etc. L'article présente une modalité de rendre manifeste le phénomène d'absorbtion diélectrique, la définition du coefficient qui la caractérise et un appareil á microprocesseur Z80 pour déterminer ce coefficient.*

1. Introducere

Dacă se aplică unui condensator o tensiune continuă U (fig. 1) la momentul $t = 0$, prin închiderea comutatorului K, curentul prin condensator va avea forma din fig. 2 [1]. Neglijînd curentul de deplasare — care se atenuează foarte rapid — curentul prin condensator poate fi descompus în două componente : curentul de conducţie i_∞ şi curentul de absorbţie i_{abs}. Curentul de conducţie are valoare constantă şi este determinat de rezistenţa de izolaţie R_{iz} :

$$i_\infty = \frac{U}{R_{iz}} \qquad (1)$$

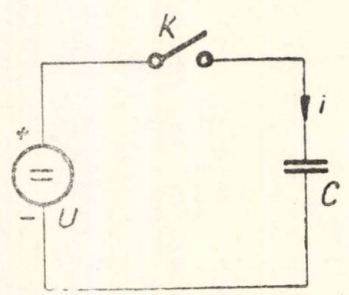


Fig. 1

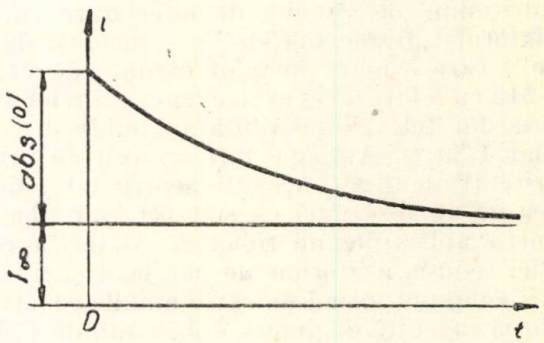


Fig. 2

Curentul de absorbţie are o variaţie exponenţială

$$i_{abs}(t) = i_{abs}(0)\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right), \qquad (2)$$

în care i_{abs} (0) este valoarea $t = 0$, iar τ este constanta de timp. Acest curent este cauzat de redistribuirea (absorbţia) în volumul dielectricului a purtătorilor de sarcină liberi. În mişcarea lor, impusă de cîmpul electric, aceşti purtători sînt captaţi în anumite porţiuni ale dielectricului (defecte de reţea, suprafeţe de separaţie, neomogenităţi), porţiuni care, prin urmare, acumulează sarcina electrică. Constanta de timp a acestui fenomen poate fi relativ mare (secunde, minute sau chiar ore), motiv pentru care absorbţia dielectrică se manifestă ca o întîrziere sau un post-efect în comportarea condensatorului. De exemplu, în cursul unui circuit de eşantionare şi memorare se observă că în urma unor salturi mari şi/sau rapide de tensiune, condensatorul nu rămîne încărcat la valoarea tensiunii aplicate ci tensiunea la bornele lui scade puţin în timp. Avînd în vedere numai contribuţia fenomenului de absorbţie dielectrică, această micşorare a tensiunii reprezintă, de fapt, o creştere în timp a capacităţii condensatorului faţă de aşa numita capacitate „geometrică" (calculabilă). Se observă totodată că după scurtcircuitarea de scurtă durată a condensatorului, descărcarea nu este completă, la bornele lui persistînd o tensiune reziduală.

Fenomenul de absorbţie dielectrică poate fi deosebit de supărător în anumite aplicaţii de precizie cum sînt : circuitele de eşantionare şi memorare, detectoarele de vîrf, voltmetrele cu integrare. De aceea, se impune alegerea corespunzătoare a tipului de condensator, adică a

* Universitatea Tehnică—Timişoara, B-dul 30 Decembrie nr. 2

dielectricului. Pentru compararea diferiţilor dielectrici se defineşte un coeficient de absorbţie dielectrică, condensatorul fiind cu atît mai bun cu cît acest coeficient este mai mic.

2. Coeficientul de absorbţie dielectrică. Definire şi măsurare

Punerea în evidenţă a fenomenului de absorbţie dielectrică şi măsurarea coeficientului ce o caracterizează implică următoarele operaţii, ilustrate în fig. 3 [2]:

a) Condensatorul ce urmează a fi testat este încărcat pe durata T_1 de la o sursă de tensiune continuă U (comutatorul K în poziţia *a*).

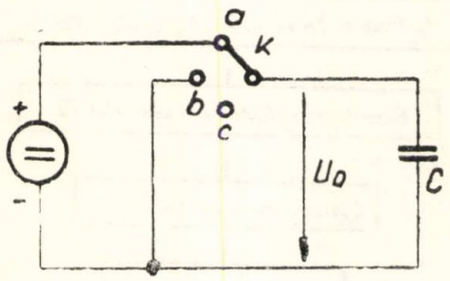


Fig. 3

b) Condensatorul este scurtcircuitat un interval de timp T_2 (comutatorul K în poziţia *b*).

c) Condensatorul este lăsat în gol (comutatorul K în poziţia *c*).

La bornele condensatorului lăsat în gol apare o tensiune reziduală (fig. 4) care, de regulă, creşte, atinge o valoare maximă şi apoi tinde la zero.

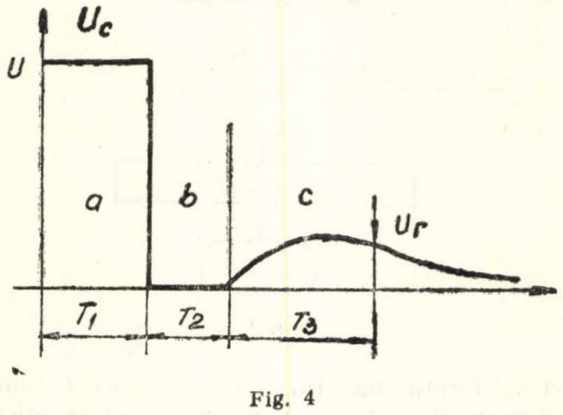


Fig. 4

Coeficientul de absorbţie dielectrică se defineşte ca raport între valoarea tensiunii reziduale U_r (la un moment t_r precizat) şi valoarea tensiunii de încărcare U. În procente,

$$k_{abs} = \frac{U_r}{U} \times 100 \ [\%]$$

Evident, valoarea coeficientului de absorbţie depinde de momentul t_r. În literatură [3] se precizează valori ale lui k_{abs} măsurate pentru $t_r = 3$ min şi $t_r = 5 \ldots 10$ ore.

Schema pentru măsurarea coeficientului de absorbţie dielectrică este prezentată în fig. 5, fiind derivată din schema de principiu (fig. 3).

Comutatorul K este realizat cu trei comutatoare distincte, notate corespunzător fig. 3. Ce-

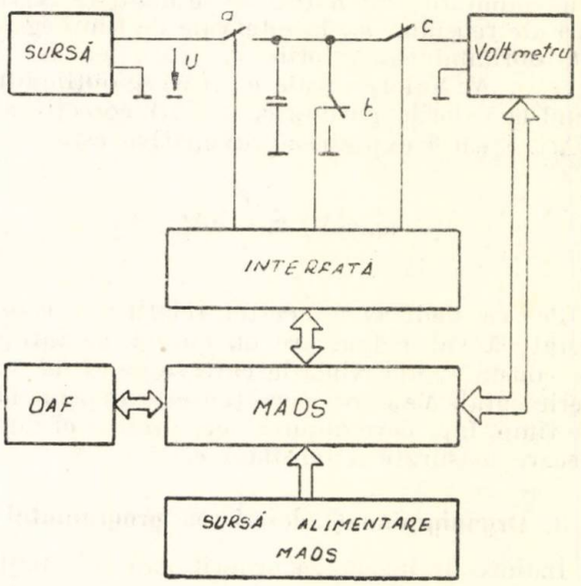


Fig. 5

rinţele impuse de aplicaţie acestor comutatoare (R_{off} foarte mare, R_{on} mică, timpul de comutare nefiind critic) au condus la alegerea releelor reed ca fiind cele mai potrivite. Deoarece însă ele nu pot fi comandate direct de calculator, a fost prevăzută INTERFAŢA (cîte un etaj cu un tranzistor pentru fiecare releu).

Spre deosebire de schema principală din fig. 3, în schema concretă din fig. 5, pentru poziţia *c* a comutatorului K condensatorul nu este în gol ci este conectat la intrarea voltmetrului, necesitatea conexiunii fiind evidentă. Datorită curentului de intrare nenul al voltmetrului tensiunea măsurată diferă de valoarea reală (în absenţa voltmetrului), ceea ce impune aplicarea unei corecţii. Acesta este motivul principal pentru care întreaga procedură descrisă mai sus este realizată sub controlul calculatorului.

O variantă posibilă o constituie utilizarea unui sistem de dezvoltare cu aplicaţii multiple (MADS) bazat pe microprocesorul Z80. Dialogul cu calculatorul (introducerea datelor, lansarea în execuţie a programului şi extragerea rezultatelor) se realizează prin intermediul unui dispozitiv de afişare alfanumerică de tip DAF. Soluţia este foarte comodă în faza de dezvoltare şi punere la punct întrucît sistemul MADS oferă patru porturi de intrare-ieşire, ceea ce simplifică mult conectarea voltmetrului, ne-

fiind necesare în acest scop circuite auxiliare de interfață. Ca soluție definitivă se poate imagina o configurație de calculator personal (de exemplu TIM-S) cu imprimantă. Aceasta oferă avantajul obținerii directe a reprezentării grafice a formei de variație în timp a tensiunii la bornele condensatorului, reprezentare utilă pentru studierea mai detaliată a fenomenului de absorbție dielectrică. În acest scop, în poziția c a comutatorului K (fig. 3) se măsoară N valori ale tensiunii u_c, la intervale de timp egale, Δt, obținîndu-se valorile $u_c\ (i\Delta t)$, cu $i = 1, 2, \ldots, N$. Valorile reale $u_{co}\ (i\Delta t)$ se obțin adunînd la valorile măsurate, $u_c\ (i\Delta t)$, corecția $u_{cor}\ (i\Delta t)$, a cărei expresie aproximativă este

$$u_{cor}(i\Delta t) \cong \frac{I_b}{C}\, i\Delta t.$$

Pentru deducerea acestei relații s-a considerat că voltmetrul are un curent de intrare I_b constant, aproximație care se confirmă experimental. Valoarea corecției este dependentă de timp, fapt care impune actualizarea ei după fiecare măsurare a tensiunii u_c.

3. Organigrama și descrierea programului

Înainte de începerea propriu-zisă a operațiilor necesare pentru determinarea coeficientului de absorbție dielectrică se procedează la scurtcircuitarea condensatorului pentru aducerea lui în condiții inițiale nule, urmată de determinarea valorii corecției ce trebuie aplicată tensiunii măsurate în poziția c a comutatorului K din fig. 3. O nouă scurtcircuitare readuce condensatorul în condiții inițiale nule.

Organigrama programului este redată în fig. 6. Datele de intrare sînt duratele T_1 și T_2, numărul de măsurări N și intervalul de timp Δt dintre acestea.

Pentru determinarea corecției (4) se măsoară tensiunea pe condensator la un moment t_0 după înlăturarea scurtcircuitului, rezultînd valoarea

$$U_0 = \frac{I_b}{C}\, t_0, \tag{5}$$

în funcție de care corecția devine

$$u_{cor}(i\Delta t) = U_0 \frac{\Delta t}{t_0}\, i \tag{6}$$

Pentru $i = 1$ rezultă valoarea $u_{cor}\ (\Delta t)$ a corecției care trebuie aplicată după prima măsurare a tensiunii u_c, valoare care servește, de asemenea, la actualizarea corecției. În principiu, s-ar putea măsura direct $u_{cor}\ (\Delta t)$ însă datorită valorilor mici ale acesteia (0,1 pînă la 2 mV în cadrul experimentelor efectuate) a

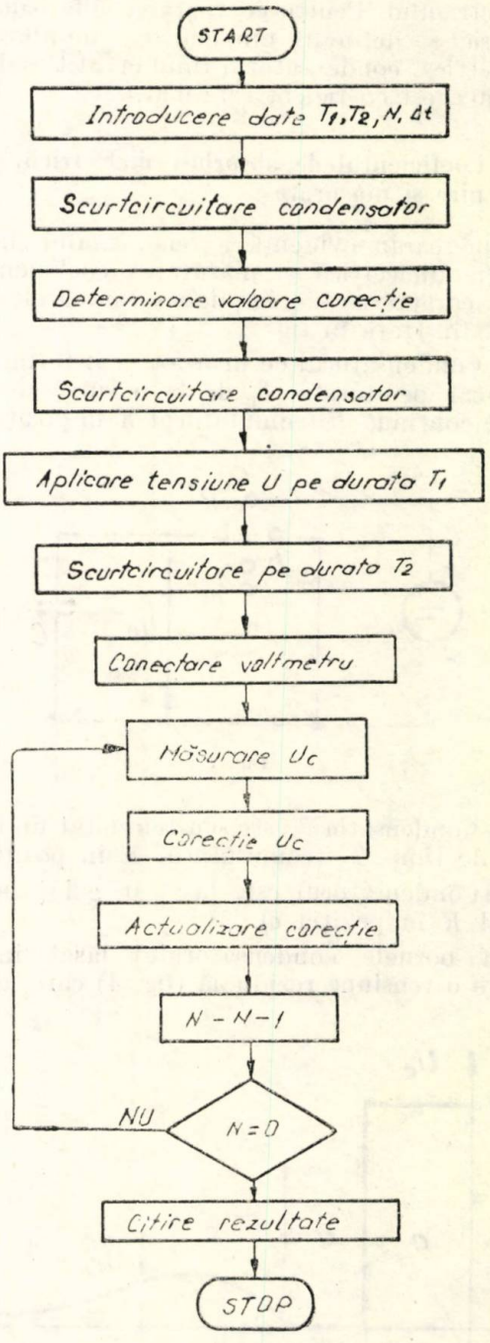


Fig. 6

fost preferată măsurarea unei valori U_0 mult mai mari ($t_0 \gg t$), ceea ce are ca efect micșorarea incertitudinii relative de măsurare datorată voltmetrului. În același scop se efectuează un număr mare (100) de măsurări ale tensiunii U_0 după care se face media acestora.

4. Rezultate experimentale

A fost determinat coeficientul de absorbție dielectrică pentru diferite condensatoare, obținîndu-se rezultatele din tabelul 1, comparabile cu cele din literatură [3].

Tabelul 1

Condensator (dielectric)	k_{abs}(%)
poliester metalizat	0,02
ceramic import	0,2
ceramic indigen	0,5

Determinările au fost efectuate pentru $t_r = 1$ minut, $T_1 = T_2 = 100$ ms și $\Delta t = 1$ s însă instalația descrisă și programul aferent permit modificarea tuturor acestor date.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Tareev, B. M.* ș.a., Electrical and Radio Engineering Materials, Mir Publishers, Moscow 1980

[2] * * * Techniques and Applications for High Throughput and Stable Characterization, Application Note 356—1, Hewlett Packard, 1988

[3] *Tareev, B. M.*, Physics of Dielectric Materials, Mir Publishers, Moscow 1975

Considerații asupra eșantionării în cazul măsurării numerice a puterii reactive

*MIRANDA NAFORNIȚĂ, IOAN NAFORNIȚĂ**

Abstract : *Based upon the relation used to calculate the reactive power and on its estimation by sampling, an analysis of the weight function for current F_r and of its properties is performed, in order to develop numerical algorithms for reactive power calculus.*

Résumé : *L'article fait l'analyse de la fonction qui pondère le courant, F_r; on présente d'abord la relation de calcul pour le pouvoir réactif et son estimation par des échantillons. On relève les propriétes de la fonction F_r pour réaliser des algorithmes efficaces pour le calcul numérique du pouvoir réactif.*

1. Introducere

Pentru puterea reactivă în regim deformant se propune [1, 3] relația de calcul :

$$Q = T^2 \int_0^T u(t) \left[\int_0^T i(\tau) \frac{\sin \frac{n\omega(\tau - t)}{2} \sin \frac{(n+1)\omega(\tau - t)}{2}}{\sin \frac{\omega(\tau - t)}{2}} \, d\tau \right] dt \qquad (1)$$

unde T este perioada rețelei și n numărul de armonici din spectru. Prelevînd din undele de tensiune și curent, N eșantioane într-o perioadă T, la intervale echidistante, se propune estimația puterii reactive (1, 2) :

$$\hat{Q} = \frac{2}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} u_k \left[\sum_{j=0}^{N-1} i_j \cdot F_{j-k} \right] \qquad (2)$$

unde cu F s-a notat funcția de ponderare a curentului :

$$F_r = \frac{\sin\left(\pi \frac{n+1}{N} r\right) \sin\left(\pi \frac{n}{N} r\right)}{\sin \pi \frac{r}{N}}. \qquad (3)$$

Se face în continuare o analiză a acestei funcții de ponderare pentru implementarea de algoritmi de calcul numeric a puterii reactive, în timp real sau off-line.

2. Analiza funcției de ponderare

Din relația de definiție (3) se constată că F_r este o funcție impară :

$$F_r = -F_{-r}. \qquad (4)$$

* Universitatea Tehnică Timișoara
B-dul 30 Decembrie nr. 2

De asemenea obţinem :

$$F_{N-r} = -F_r, \tag{5}$$

ceea ce permite reducerea la jumătate a numărului de multiplicări pretinse de paranteza din relaţia (2).

Se arată că, pentru ca eşantionarea să nu introducă erori, este necesar ca eşantionarea să fie sincronă şi [2] :

$$N \geqslant 2n + 1. \tag{6}$$

Pentru implementarea unui algoritm de calcul al puterii reactive este important să determinăm valorile minimă F_m şi maximă F_M ale funcţiei de ponderare. Valoarea minimă nenulă impune cuanta acesteia Δf iar valoarea maximă impune numărul de cifre binare necesare pentru memorarea sa.

2.1. *Comportarea funcţiei F pentru* $N = 2n + 1$ *eşantioane*

Maximul funcţiei F_M se obţine pentru $r = 1$:

$$F_M = F_1 = \frac{\sin \pi \dfrac{n+1}{N} \sin \pi \dfrac{n+2}{N}}{\sin \dfrac{\pi}{N}}. \tag{7}$$

Pentru n suficient de mare ($n \geqslant 15$),

$$F_M \cong \frac{1}{\sin \dfrac{\pi}{N}} \cong \frac{N}{\pi} \tag{8}$$

Pentru a calcula F_m substituim (6) în (3) şi obţinem :

$$F = \frac{\sin \left(\dfrac{\pi r}{2} + \dfrac{\pi}{2} \dfrac{r}{2n+1} \right) \sin \left(\dfrac{\pi r}{2} - \dfrac{\pi}{2} \cdot \dfrac{r}{2n+1} \right)}{\sin \pi \dfrac{r}{2n+1}} \tag{9}$$

Dacă $r = 2p$, relaţia (9) devine :

$$F_{2p} = -\frac{\sin^2 \dfrac{\pi}{2} \dfrac{2p}{2n+1}}{\sin \pi \dfrac{2p}{2n+1}} =$$

$$= -\frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \cdot \frac{2p}{2n+1}, \tag{10}$$

care este minimă pentru $p = 1$:

$$F_m = |F_2| = \left| -\frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \cdot \frac{2p}{2n+1} \right| \cong \frac{\pi}{2N} \tag{11}$$

Dacă $r = 2p + 1$, relaţia (9) devine :

$$F_{2p+1} = \frac{\cos^2 \dfrac{1}{2} \dfrac{2p+1}{2n+1}}{\sin \dfrac{2p+1}{2n+1}} = \frac{1}{2} \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \frac{2p+1}{2n+1} =$$

$$= \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \cdot \frac{2(n-p)}{2n+1} \tag{12}$$

O valoare minimă nenulă pentru (12) se obţine dacă $p = n - 1$:

$$F_m = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n+1} \cong \frac{\pi}{2N} \tag{13}$$

identică cu cea pentru r par.

Raportul extremelor este :

$$\frac{F_M}{F_m} = \frac{2N^2}{\pi^2} = 2 \frac{(2n+1)^2}{\pi^2}. \tag{14}$$

2.2. *Comportarea funcţiei F pentru* $N = 2n + 2$ *eşantioane*

Dacă mărim cu 1 numărul de eşantioane prelucrate se poate reduce la jumătate numărul de multiplicări pretinse de paranteza din relaţia (2). Dacă $N = 2n + 2$, relaţia (2) devine :

$$F_r = \frac{\sin \pi \dfrac{r}{2} \sin \pi \dfrac{n}{2n+2} r}{\sin \pi \dfrac{r}{2n+2}}. \tag{15}$$

Pentru r par, $r = 2p$, F_r se anulează :

$$F_r = F_{2p} = 0 \tag{16}$$

iar pentru r impar, $r = 2p + 1$, F_r devine :

$$F_r = F_{2p+1} = (-1)^p \frac{\sin \pi \dfrac{n}{2n+2} r}{\sin \pi \dfrac{r}{2n+2}}, \tag{17}$$

păstrînd proprietăţile (4) şi (5).

Maximul funcției F are valoarea dată de relația (8). Minimul funcției se calculează pornind de la relația (12), care devine pentru $r = 2p + 1$:

$$F_{2p+1} = \frac{\cos \frac{\pi}{2} \frac{2p+1}{n+1}}{\sin \frac{\pi}{2} \frac{2p+1}{n+1}} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \frac{n-2p}{n+1}. \quad (18)$$

Minimul nenul al acestei expresii se determină calculînd valoarea $2p$ cea mai apropiată de n, fără a fi egală cu n, ceea ce duce, dacă n este par, la $p = n/2 - 1$. Rezultă :

$$F_m = F_n = \operatorname{tg} \frac{\pi}{n+1} \cong \frac{\pi}{n+1} = \frac{2\pi}{N}. \quad (19)$$

Raportul extremelor este în acest caz :

$$\frac{F_M}{F_m} = \frac{N^2}{2\pi^2} = 2 \frac{(n+1)^2}{\pi^2}, \quad (20)$$

adică de aproape patru ori mai mic decît (14) raportul pentru $N = 2n + 1$.

Dacă n este impar, cea mai apropiată valoare de n a lui $2p$ este $n - 1$, pentru care (18) devine :

$$F_m = F_n = \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \frac{1}{(n+1)} \cong \frac{\pi}{2(n+1)} = \frac{\pi}{N}. \quad (21)$$

Determinînd și în acest caz raportul F_M/F_m obținem :

$$\frac{F_M}{F_m} \cong \frac{[2(n+1)]^2}{\pi^2}. \quad (22)$$

Și în cazul unui număr impar de armonici se obține o îmbunătățire a raportului de aproape două ori față de cel dat de relația (14), deși numărul de eșantioane prelucrate este mai mare.

Concluzii

Măsurarea numerică a puterii reactive presupune eșantionarea undelor de tensiune și curent. Erorile produse de eșantionare se anulează dacă eșantionarea este sincronă și se prelucrează minimum $2n + 1$ eșantioane, n fiind numărul de armonici din spectrul tensiunii, respectiv al curentului. Prelucrarea unui număr de $2n + 2$ eșantioane conduce însă la cîteva avantaje. Astfel, datorită anulării valorilor pare ale funcției de pondere a curentului F_r, numărul de multiplicări impus de paranteza dreaptă din relația (2) scade la jumătate. În plus ecartul funcției F_r scade aproape de 4 ori în cazul unui număr par de armonici, respectiv de aproape 2 ori în cazul unui număr impar de armonici. Acest lucru duce la scurtarea cu două, respectiv cu o cifră binară, a lungimii valorii memorate a funcției F.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Naforniță M.*, „Contribuții la măsurarea numerică a puterii reactive, în regim periodic nesinusoidal", Teză de doctorat, IPTVT, 1983

[2] *Naforniță M.*, „Estimații și erori de eșantionare în măsurarea puterii reactive", Simpozionul național de metrologie, 1981.

[3] *Naforniță M.*, „O nouă relație pentru calculul puterii reactive în regim nesinusoidal, utilizînd analiza armonică", Metrologia aplicată, nr. 2, 1984.

Extensometru electronic destinat măsurării deformaţiilor probelor din materiale textile, cauciucuri, mase plastice şi metale

SORIN GREŞIŢĂ*

Abstract : *The paper describes a practical solution for an electronic extensometer for material testing machines for three types of strain : stretchnig, compression and bending. A detailed description of the operation principle and of the technical characteristics is given proving that the extensometer is a very useful device for simultaneous measurements of stress and strain in various materials such as : metal, plastics, textiles, rubber.*

Résumé : *L'article présente une solution practique pour réaliser un extensomètre électronique pour les machines d'essai utiliseés en practique pour trois types d'efforts : traction, compression et ploiement. On décrit amplement le principe de fonctionnement et les caracteristiques techniques, en constatant que l'extensomètre est très utile pour déterminer simultanément l'effort et la déformation pour des divers matériaux : métaux, plastiques, textiles, matériaux caoutchoutiers.*

1. Generalităţi

Comportarea materialelor metalice, maselor plastice, textilelor etc., la diferite solicitări mecanice — tracţiune, compresiune, încovoiere — este o problemă importantă în industria modernă.

A cunoaşte comportamentul unui material solicitat ca mai sus presupune a găsi o lege matematică care să stabilească variaţia în timp a unor mărimi ca : forţa cu care se solicită materialul, deformaţia şi viteza de deformare a acestuia.

Măsurarea deformaţiei este o problemă ce poate fi rezolvată în diferite moduri, pe baza unor principii mecanice, electrice, electronice.

Mai nou, atît forţa cît şi viteza de deformare a probei sînt măsurate electric, de aceea s-a căutat ca şi deformaţia probelor solicitate pe maşini de încercat universale să fie determinată în aşa fel încît semnalul obţinut să fie un semnal electric. În acest mod cele trei semnale — forţa, deformaţia, viteza de deformare — pot fi prelucrate electronic şi introduse într-un sistem numeric computerizat, fapt ce aduce o serie de avantaje.

Frecvent deformaţia se măsoară cu extensometre — aparate ce înglobează în construcţia lor mărci tensometrice sau traductoare inductive de deplasare.

2. Cerinţe, condiţii de funcţionare

În continuare este propusă o soluţie de realizare a unui astfel de aparat.

În vederea măsurării deformaţiei probelor în timpul solicitărilor, este necesară construirea unui extensometru ce trebuie să măsoare deformaţii relative de peste 100%, asigurînd totodată reglarea distanţei iniţiale de la care se porneşte măsurarea.

Aparatul lucrează la diferite viteze de solicitare a probei fără ca precizia determinărilor să fie influenţată. Pentru a nu introduce tensiuni suplimentare în probă, aparatul este susţinut şi ghidat pe coloane montate rigid pe cadrul maşinii.

3. Descrierea aparatului, funcţionare

Extensorul se compune din : extensometrul propriu-zis (A), sistemul de ghidare şi orientare (B) şi cadrul de sprijin şi ghidare-coloanele (21), (22) (fig. 1).

Extensometrul propriu-zis (EP) — (A) — (fig. 2) se compune din două palpatoare oscilante care se fixează pe probă prin sistemele mecanice prevăzute cu cuţite (7), ele fiind articulate în articulaţiile (2) fixe pe carcasele (3) şi venind în contact prin braţele scurte cu tijele palpatoare (4) a două traductoare inductive de deplasare (TID) (5). Carcasele (3) pot fi dispuse prin sistemul melc — roată melcată (15) şi şurub (14) la diferite distanţe stabilite iniţial şi fiind măsurate precis prin intermediul unor cale plan paralele, aşezate între suprafeţele plane rectificate (16). Deoarece în poziţia iniţială palpatoarele oscilante sînt fixe şi paralele, fixarea lor pe carcasele (3) fiind asigurată de vîrfurile filetate (10) care după cuplarea sistemelor (7) pe probă, se deblochează, este permis ca lungimea iniţială (10) a epruvetei să poată varia şi să poată fi cunoscută cu o precizie dependentă de precizia calelor. Pentru a se evita distrugerea aparatelor în timpul încercărilor, datorită ruperii probei, sistemele de fixare pe probă sînt astfel concepute încît să debraneze

* Institutul Naţional de Metrologie, filiala Craiova Str. Mureş nr. 46

aparatul (*EP*) (de pe probă), în momentul ruperii. *EP* se fixează pe probă astfel încît axa sa de simetrie (*a*) să înțepe epruveta în punctul său median. În timpul încercării punctul median al epruvetei se deplasează la tracțiune pe verticală în sus, respectiv la compresiune pe verticală, în jos.

În fig. 1 se observă cum ansamblul *EP* (*A*) — sistem de orientare și ghidare (*B*), se deplasează pe coloanele (21) (22), fiind tractat de traversa mobilă a mașinii (30) astfel încît axa de simetrie (*a*) taie tot timpul epruveta în punctul său median. Datorită mișcării de rotație a palpatoarelor oscilante (1) în jurul articulațiilor (2) *EP* se apropie de proba (*A*), această mișcare fiind asigurată de sistemul de ghidare și orientare (*B*) (fig. 3), care se compune dintr-o roată dințată (34) care angrenează cu o cremalieră generată pe coloanele (21). Axial cu roata dințată este montată o camă (0) care acționează tachetul (19) pe care este montat *EP*. Profilul camei este astfel ales încît în timpul încercării *EP* să aibă o traiectorie bine stabilită, traiectorie ce rezultă din compunerea

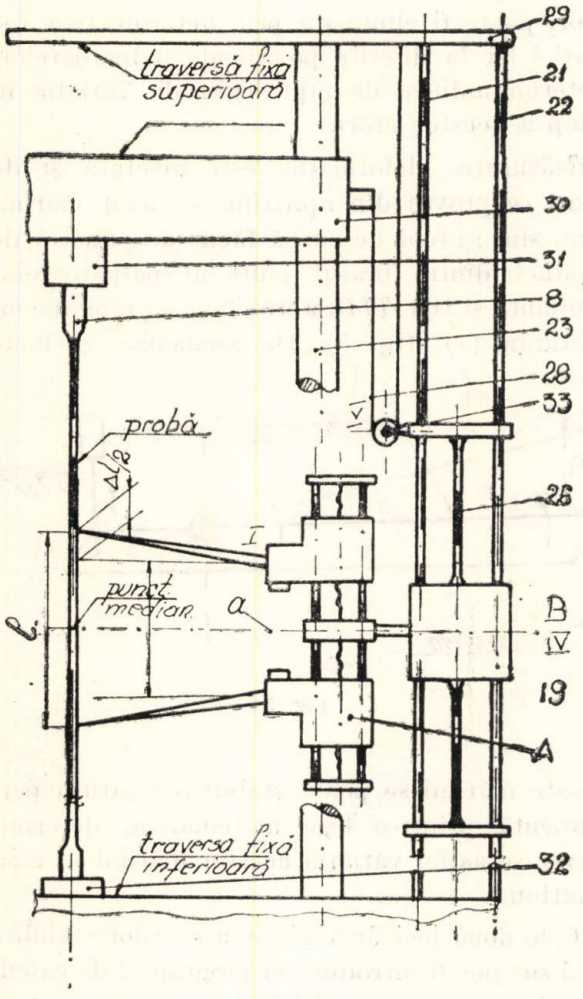


Fig. 1

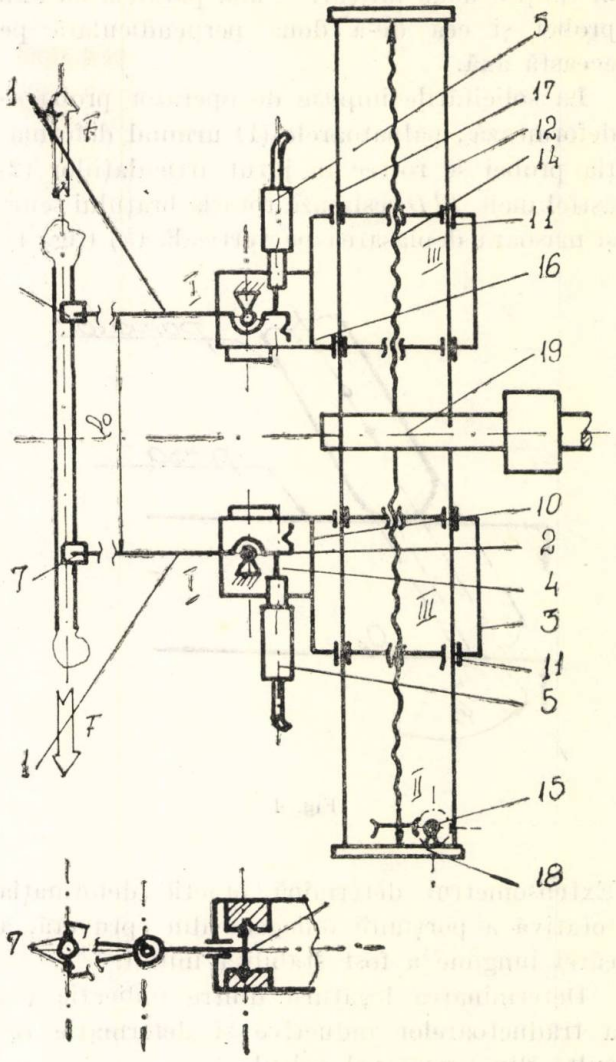


Fig. 2

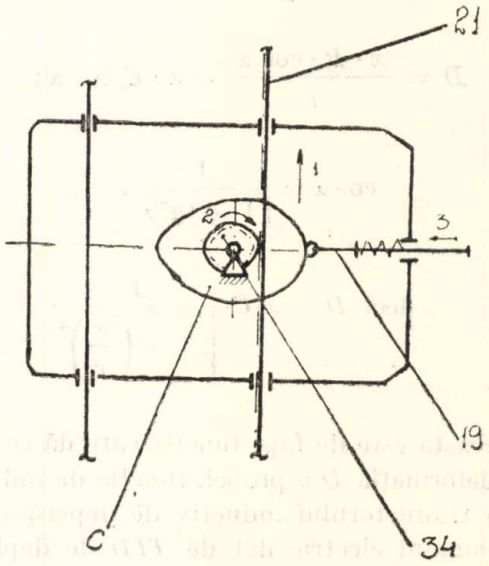


Fig. 3

în timp a două mișcări — una paralelă cu axa probei și cea de-a doua perpendiculară pe această axă.

La solicitările impuse de operator proba se deformează; palpatoarele (1) urmînd deformația probei se rotesc în jurul articulațiilor (2) astfel încît *TID* sesizează rotația brațului scurt și măsoară deplasarea pe verticală (x) (fig. 4).

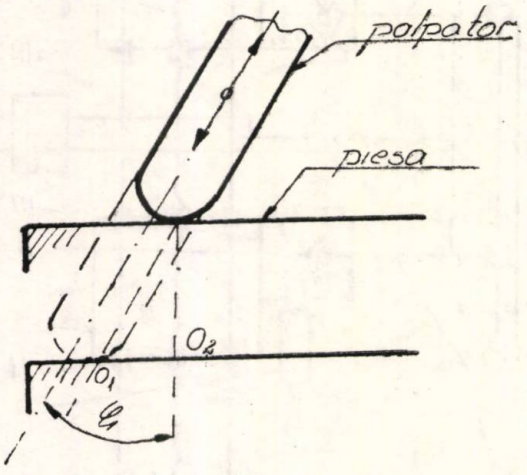


Fig. 4

Extensometrul determină practic deformația rotativă a porțiunii omogene din epruvetă, a cărei lungime a fost stabilită inițial.

Determinarea legăturii dintre indicația (x) a traductoarelor inductive și deformație rezultă din următorul calcul:

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{x}{r} = \frac{D}{R\cdot\cos\alpha};$$

$$D = \frac{x\cdot R\cdot\cos\alpha}{r} = x\cdot C\cdot\cos\alpha;$$

$$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\alpha}},$$

$$\text{deci } D = x\cdot C\cdot\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{x}{r}\right)^2}}$$

Aceasta este de fapt funcția care dă tot timpul deformația D a probei, funcție de indicația (x) a traductorului inductiv de deplasare.

Semnalul electric dat de *TID* de deplasare este convertit de un convertor analogic-numeric și adaptat la un sistem care asigură un control numeric computerizat al datelor.

4. Erori de măsurare

Măsurarea deformației este afectată de erori de aliniament datorate suprafeței sferice a vîrfurilor palpatoarelor *TID*. Influența acestor erori poate fi eliminată prin determinarea variației lor la diferite poziții ale palpatoarelor, determinîndu-se de fapt legea de variație în timp a acestor erori.

Măsurarea deformației este afectată și de erori ce provin din aproximarea unor mărimi cum sînt: arcul de curbă făcut de punctul de contact dintre brațul scurt al palpatoarelor oscilante și tija *TID*, aproximat ca lungime cu distanța (x) (fig. 5). De asemenea, și între

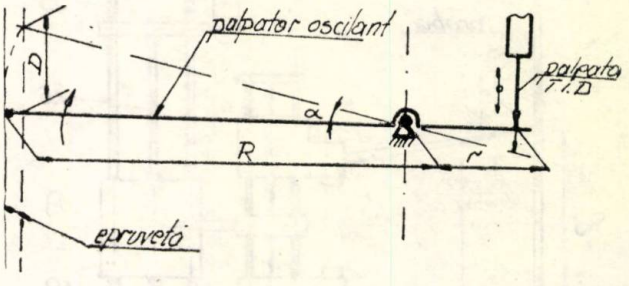


Fig. 5

aceste mărimi se poate stabili o legătură permanentă printr-o lege matematică, determinîndu-se astfel variația acestor mărimi în mod continuu.

Cele două legi de variație a erorilor stabilite mai sus pot fi introduse în programul de calcul a deformației în așa fel încît corecțiile ce trebuiesc introduse în procesul de determinare a deformației probei să aducă rezultatul final într-un interval de incertitudine cît mai mic.

Extensometrele construite în genul celui descris mai sus pot satisface condiții din cele mai exigente în ceea ce privește caracteristicile metrologice. Astfel, clasa de exactitate a lor poate ajunge pînă la 0,1, fiind bineînțeles condiționată de calitatea *TID* folosite. Se pot atinge valori de pînă la 0,05% din limita superioară a intervalului de măsurare pentru eroarea de justețe, 0,1% din aceeași limită pentru eroarea de fidelitate, în condițiile în care valoarea diviziunii este 0,1 mm.

Dispozitivele utilizate pentru etalonarea și verificarea extensometrelor sînt cunoscute sub denumirea generică de calibratoare.

Calibratorul, în principiu, este un dispozitiv pe care se montează extensometrul și care reeditează în condiții cît mai apropiate operația de măsurare din exploatare, fiind prevăzut cu un dispozitiv de măsurare a deformațiilor cu o precizie superioară extensometrului.

Erorile de măsurare pot apărea în diferite situații.

În cazul în care palpatorul unui traductor inductiv de deplasare are suprafața de contact sferică, apar erori de aliniament (fig. 4).

Pentru calculul erorilor provenite în cazul în care palpatorul este așezat la unghiul φ față de normală la suprafața palpată, se notează :

$OO_2 = L$: m mărimea de măsurat (alungirea l)

$OO_1 = L_1$: valoarea indicată de traductoare.

Eroarea de aliniament va fi :

$$\cos \varphi = 1 - \frac{\varphi^2}{2}$$

$$\Delta l_a = L_1 - L = L(1 - \cos \varphi) = L_1 \frac{\varphi^2}{\varphi^2}$$

5. Avantaje, utilizare

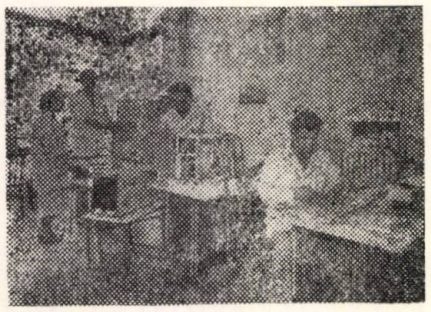
Soluția prezentată are avantajul că poate face față unei automatizări complete a procesului de măsurare.

În tehnologiile de vîrf un astfel de aparat este strict necesar avîndu-se în vedere importanța pe care o are în proiectare cunoașterea precisă a caracteristicilor mecanice ale materialelor.

Astfel de aparate intră în dotarea mașinilor de forțe fabricate de firme cu renume, perfecționarea lor fiind continuu în atenția specialiștilor.

societatea comercială IIRUC - s.a.

BUCUREȘTI — ROMANIA
B-dul Dimitrie Pompei
nr. 6 — sector 2 — telefon 882070
Telex 11716 R1
Cod poștal 72326
Fax 33 61 43



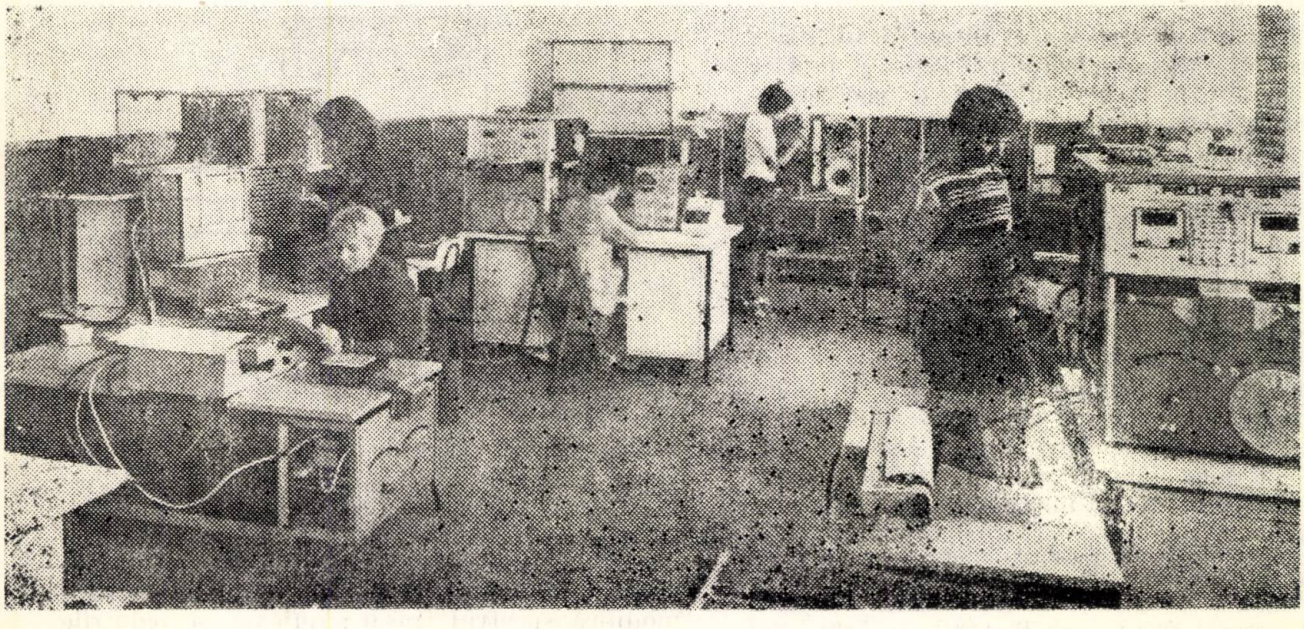
I.I.R.U.C. — S.A. este o societate comercială pe acțiuni în industrie și are ca principal obiect de activitate :

- executarea de lucrări de service industriale hard și soft la echipamente de tehnică de calcul și de birou, echipamente de comandă numerică și automatizate (ECN), produse pentru radiocomunicații, testoare și A.M.C. (aparate de măsură și control) pentru laboratoare și industriale, aparatură medicală computerizată, bunuri electronice de larg consum.
- aprovizionarea, fabricarea, închirierea, comercializarea inclusiv operațiuni de export-import de produse, materiale, piese de schimb, testoare.
- activități de dezmembrare, recondiționare, valorificare de echipamente și subansamble specifice obiectului de activitate.
- servicii pentru calificarea, recalificarea, specializarea forței de muncă, pregătirea managerilor, inclusiv atestarea pregătirii în domeniile menționate.
- servicii de informatizare, proiectare, gestiune prin bănci de date în domeniul financiar contabil, precum și în domenii similare.
- servicii pentru măsurări ecologice.

I.I.R.U.C. — S.A. are următoarea structură organizatorică în profil teritorial :

01 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. — Reparații electrice și electromecanice, București 88.20.70/161
02 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. — Suporți service, București tel. 88.20.70
03 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. — Service electronice și electromecanice, București, tel. 88.60.65
06 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. — Reparații/recondiționări pentru tehnică de calcul, electronică profesională, bunuri de larg consum, București tel. 87.79.87
15 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. — ECN, București, tel. 33.69.78
16 — Sucursala I.I.R.U.C. — S.A. ECN teritoriu Est cu sediul în București tel. 33.13.73
17 - Sucursala națională service I.I.R.U.C. — S.A. — VRC (video — radio-comunicații) — — București, tel. 87.35.58
20 — Divizia națională de service tehnică de calcul IIRUC-SA (DIGITEC—20) București, tel. 88.68.20
— Institutul de Informatică Aplicată București

21 — Sucursala IIRUC-SA — Muntenia, București, tel. 88 61 80 și filialele: Alexandria, Oltenița Giurgiu, Roșiori, Călărași, Slobozia.
22 — Sucursal IIRUC-SA — Argeș — Pitești, tel. 976/32992, și filialele: Cimpulung, Curtea de Argeș, Rimnicu Vilcea, Slatina, Caracal.
23 — Sucursala IIRUC-SA — Oltenia, Craiova, tel. 941/47061 și filialele: Tg. Jiu, Turnu Severin, Calafat.
24 — Sucursala IIRUC-SA — Banat, Timișoara, tel. 961/34526 și filialele: Reșița, Brad, Deva, Hunedoara, Petroșani, Lugoj, Caransebeș.
25 — Sucursala IIRUC-SA — Zărand, Arad tel. 966/35113 și filialele: Petru Groza, Oradea
26 — Sucursala IIRUC-SA — Maramureș, Baia Mare, tel. 994/14854 și filialele: Satu Mare, Sighetul Marmației.
27 — Sucursala IIRUC-SA — Someș — Cluj, tel. 951/34114 și filialele: Zalău, Dej, Turda.
28 — Sucursala IIRUC-SA — Mureș — Tg. Mureș, tel. 954/26120 și filialele: Bistrița, Sighișoara, Luduș.
29 — Sucursala IIRUC-SA — Cibin, Sibiu tel. 924/33916 și filialele: Mediaș Alba Iulia.
30 — Sucursala IIRUC-SA — Brașov, Brașov, tel. 921/19689 și filialele: Miercurea Ciuc, Odorheiul Secuiesc, Gheorghieni, Făgăraș, Tg. Secuiesc, Sf. Gheorghe.
31 — Sucursala IIRUC-SA — Prahova, Ploiești, tel. 971/54250 și filialele: Tirgoviște, Cimpina, Sinaia.
32 — Sucursala IIRUC-SA — Dobrogea, Constanța, tel. 916/64793 și filialele: Mangalia, Tulcea, Medgidia.
33 — Sucursala IIRUC-SA — Galați — Galați tel. 934/57933 și filialele: Brăila, Tecuci.
34 — Sucursala IIRUC-SA — Vrancea, Buzău tel. 974/13798 și filialele: Focșani, Rimnicu Sărat.
35 — Sucursala IIRUC -SA — Moldova, Iași tel. 981/45985 și filialele: Vaslui, Bîrlad.
36 — Sucursala IIRUC-SA — Bacău, Bacău tel. 931/43353 și filialele: Onești, Roman, Comănești, Piatra Neamț.
37 — Sucursala IIRUC-SA — Bucovina, Suceava tel. 987/13573 și filialele: Botoșani, Vatra Dornei.
41 — Sucursala IIRUC-SA ECN (echipamente cu comandă numerică) Oltenia, Craiova tel. 941/42621.
42 — Sucursala IIRUC-SA ECN Banat, Timișoara, tel. 961/34867.
43 — Sucursala IIRUC-SA ECN Transilvania Nord, Cluj tel. 951/30620.
44 — Sucursala IIRUC-SA ECN, Transilvania Sud, Brașov tel. 921/30986.
45 — Sucursala IIRUC-SA electronică aplicată București tel. 872168.
46 — Sucursala națională IIRUC-SA de întreținere și reparații AMC (aparate de măsură și control) București tel. 876988.
47 — Sucursala IIRUC-SA Moneasa, București, tel. 882070/200.



Dispozitiv de reflexie pentru spectrofotometrie

EUGENIA CĂRBUNESCU* și GHEORGHE BĂLUȚĂ**

Abstract : *The paper describes a reflexion device that may be attached to recording spectrophotometers for spectral absorbance and/or transmittance in order to extend their application. Together with the description of the device, its operation and the use of the resulting spectrophotometric unit are presented.*

Résumé : *On présente un dispositif de réflexion qui peut être attaché aux spectrophotomètres enregistreurs pour les facteurs spectrals d'absorbtion et/ou de transmission à l'effét d'élargir leur utilisation. On décrit ce dispositif, son fonctionnement et l'utilisation de l'ensemble spectrophotomètrique obtenu.*

Dispozitivul de reflexie proiectat și realizat de autori, care face obiectul acestui articol, se poate atașa unui spectrofotometru înregistrator destinat măsurărilor spectrale prin absorbție și/sau transmisie, permițîndu-i extinderea intervalului de utilizare. Acest dispozitiv face posibilă trasarea spectrelor de reflexie pentru o gamă variată de materiale.

Principiul său de funcționare constă în devierea fasciculului de radiație optică de lucru al spectrofotometrului (prin reflexie pe o oglindă), reflectarea fasciculului pe suprafața probei analizate și apoi readucerea fasciculului la direcția și sensul inițial (prin reflexia pe o a doua oglindă).

În figura 1 este prezentat dispozitivul. Placa de bază (1) servește la poziționarea și fixarea acestuia în camera pentru probe a spectrofotometrului. Plăcile laterale (2) susțin cele două suporturi (3) pentru oglinzi și placa superioară (4). Pe aceasta se așază proba al cărui spectru de reflexie trebuie trasat. Poziționarea corectă a plăcii superioare se face în timpul reglajului optic, prin manevrarea a patru șuruburi cu arc.

În figura 2 este înfățișat traseul radiației optice în dispozitivul de reflexie. Fasciculul incident, reflectat în sus de prima oglindă, pătrunde printr-o decupare practicată în placa superioară și ajunge pe suprafața inferioară a probei. Aici, fasciculul suferă o reflexie spre cea de-a doua oglindă a dispozitivului, care îi redă sensul și direcția inițială.

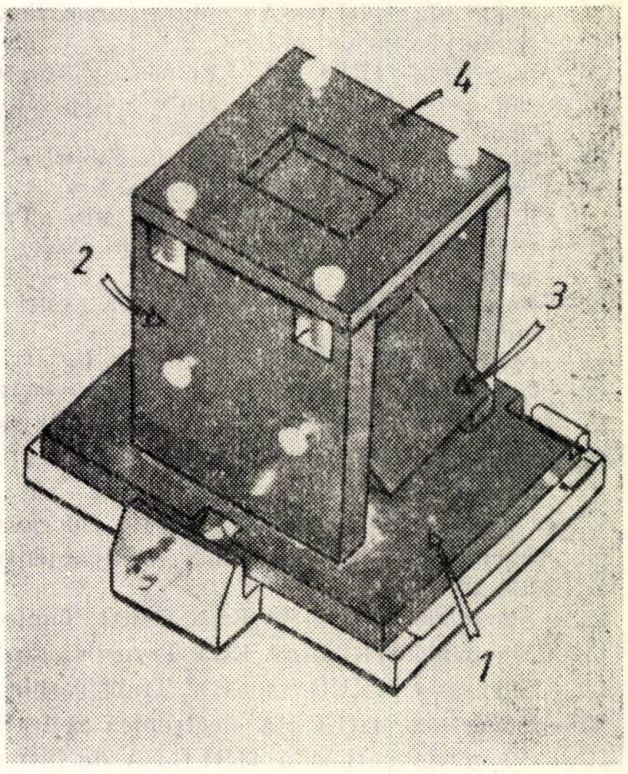


Fig. 1 Dispozitivul de reflexie

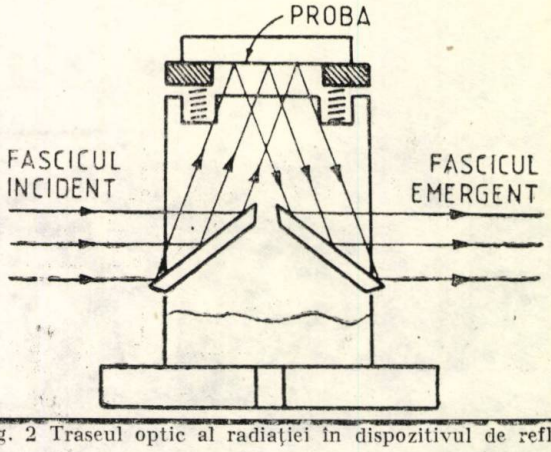


Fig. 2 Traseul optic al radiației în dispozitivul de reflexie

Dispozitivul asigură incidența radiației optice sub un unghi mic pe proba studiată și permite astfel apropierea de condițiile incidenței normale.

Prin introducerea dispozitivului pe traseul radiației optice se produc unele fenomene care modifică spectrul trasat : reflexia pe oglinzile auxiliare nu este uniformă pentru tot dome-

* Institutul Politehnic București, Splaiul Independenței nr. 330

** Centrul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București, str. Popa Lazăr nr. 9—19, sector 2

niul spectral investigat, iar creșterea drumului optic conduce la o ușoară defocalizare a fasciculului, deci la o micșorare a semnalului înregistrat. Pentru obținerea unor rezultate corecte s-a făcut o corecție punct cu punct a spectrului trasat, folosind un algoritm de calcul, care va fi prezentat mai departe.

Menționăm că pentru efectuarea corecției rezultatelor măsurărilor sînt necesare două măsurări auxiliare, de etalonare a dispozitivului. Prima este o măsurare absolută a pierderilor ce au loc prin reflexia pe oglinzile dispozitivului. Ea se face la o singură lungime de undă, folosind montajul din figura 3.

De la o sursă de radiație optică se obține un fascicul colimat și cvasimonocromatic, prin trecerea acestuia printr-un filtru interferențial cu bandă îngustă situată în domeniul spectral de interes. Reflectat pe dispozitivul ce are montat, în locul probei, o oglindă similară cu celelalte două, fasciculul ajunge pe un fotodetector care furnizează un semnal electric proporțional cu intensitatea radiantă (respectiv un răspuns liniar). Se face raportul valorilor măsurate cu

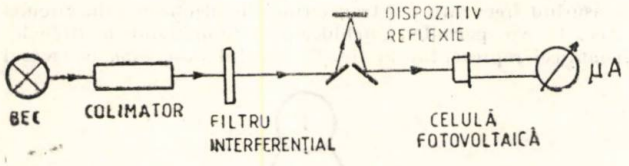


Fig. 3 Montaj pentru etalonarea dispozitivului

și fără interpunerea dispozitivului în fascicul și se obține factorul de atenuare datorat reflexiilor pe cele trei oglinzi. Înaintea oricărei trasări de spectre de reflexie se va fixa monocromatorul spectrofotometrului la lungimea de undă a filtrului interferențial și se va aduce penița la valoarea factorului de atenuare al acestuia, prin reglajul sistemului de amplificare. În acest mod se compensează efectele eventualei defocalizări a fasciculului provocată de lungirea traseului optic.

A doua măsurare preliminară (de calibrare a dispozitivului) este prilejuită de trasarea spectrului de reflexie al oglinzilor, în intervalul spectral de interes. Ea se face montînd dispozitivul în spectrofotometru și folosind în locul probei o oglindă similară cu celelalte două oglinzi ale dispozitivului.

Corecția spectrului trasat de aparat se face în felul următor : pentru fiecare lungime de undă λ se citește valoarea de pe spectru și se înmulțește cu factorul spectral $F(\lambda)$:

$$F(\lambda) = (I/I_0)^{-2/3}$$

unde I/I_0 este valoarea raportului intensităților radiante înregistrată de aparat pentru lungimea de undă λ în cazul trasării spectrului de calibrare (pentru trei oglinzi identice).

Pentru exemplificarea metodei de corecție, în figura 4 este prezentat spectrul de reflexie

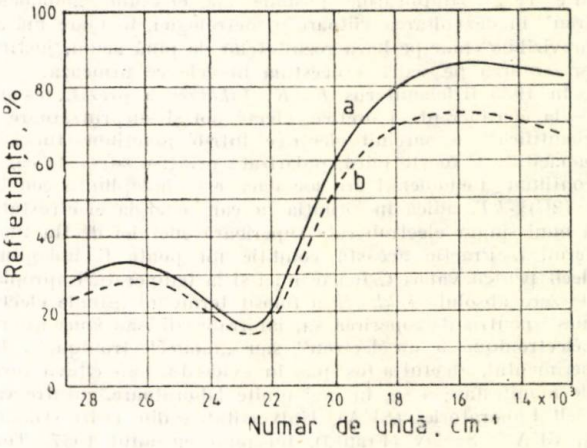


Fig. 4 Exemplu de spectru de reflexie trasat cu ajutorul dispozitivului descris

înregistrat de spectrofotometru pentru o probă (o oglindă argintată cu strat protector de SiO_2) — linia întreruptă — (curba *b*) și spectrul corectat punct cu punct cu ajutorul unui calculator — linia continuă — (curba *a*).

În cazul prezentat se vede cum corecția este aproape multiplicativă, urmare a faptului că în domeniul spectral considerat reflexia oglinzilor auxiliare ale dispozitivului este uniformă.

În forma în care a fost realizat, dispozitivul de reflexie descris este destinat spectrofotometrelor Specord tip UV VIS, 61 NIR și 75 IR, dar prin eventuale modificări poate fi utilizat și la alte tipuri de spectrofotometre.

Efectul "monoelectron" și începutul unei noi ere în metrologie

În momentul actual aprox. 50 colective de cercetare din lume se ocupă de „monoelectronică", dintre care cel puțin 15 au obținut rezultate noi, semnificative, în această direcție. Aplicațiile extrem de promițătoare ale acestui fenomen au avut ca rezultat creșterea rapidă a interesului opiniei științifice mondiale față de cercetările întreprinse. Ca exemplu poate servi recentul simpozion organizat în cadrul EUROMET pe această temă (Delft, Olanda, 17—18 februarie 1992). Implicațiile posibile ale efectului „monoelectron" în dezvoltarea viitoare a metrologiei, în mare măsură previzibile chiar pe baza rezultatelor de pînă acum, justifică prezentarea pe scurt a acestuia în cele ce urmează.

În 1985 fizicianul rus *K. K. Likharev* a prezis, pornind de la considerente teoretice, efecte noi și surprinzătoare de cuantificare a sarcinii electrice într-o joncțiune tunel de capacitate C foarte mică, polarizată printr-o sursă de curent continuu. Fenomenul are loc dacă este îndeplinită condiția $e^2/(2C) \gg kT$, adică în situația în care energia electrostatică a unui singur electron este superioară energiei de fluctuație termică. Practic această condiție nu poate fi îndeplinită decît pentru valori C foarte mici și la temperaturi apropiate de zero absolut. *Likharev* a folosit termenul „single electronics" pentru descoperirea sa, iar francezii i-au spus ulterior „électronique à un électron" sau „monoélectronique". Experimental, efectul a fost pus în evidență, sub cîteva forme de manifestare a sa, în mai multe laboratoare, printre care Bell Laboratories (SUA), Universitatea din Delft (Olanda) și CEA — Saclay (Franța), începînd cu anul 1987. Toate acestea au condus la demonstrarea posibilității practice de a comanda trecerea electronilor unul cîte unul și deci de a-i număra.

Pentru producerea efectului sînt combinate, de fapt două fenomene. Primul constă în trecerea prin efect tunel a electronilor între doi electrozi metalici separați printr-un strat dielectric subțire, de ordinul 1 nm. Circuitul elementar în care se produce efectul „monoelectron" este cel din fig. 1.,

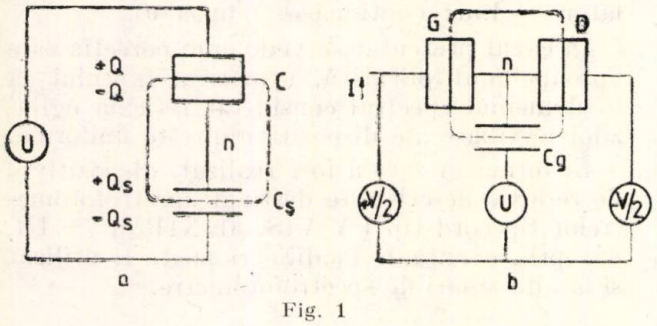


Fig. 1

numit și „cutie de electroni", format dintr-un condensator practic fără pierderi, de capacitate C_s, o joncțiune tunel de capacitate C și o sursă de tensiune U. Ca ordin de mărime, C este de 1 fF (10^{-15}F), ceea ce se obține cu grosimi de dielectric de 1 nm și suprafețe ale electrozilor de 0,01 μm^2, iar temperatura întregii structuri de cca. 50 mK. Se poate arăta ușor că, în aceste condiții, sarcina macroscopică a „insulei" marcate prin linie punctată în figură variază în cuante egale cu e.

Pentru realizarea transferului controlat al sarcinii, prin comanda electronilor unul cîte unul, se utilizează circuitul reprezentat în fig. 1*b*, care a primit denumirea de „tranzistor SET" (de la „Single Electron Tunnelling"). În acesta se disting două joncțiuni tunel, polarizate cu $U + V/2$, respectiv $U - V/2$. Acumularea de electroni pe „insula" notată cu n poate fi comandată prin tensiunea U.

Structuri mai complicate, care pot servi la controlul direct al curentului, electron cu electron, sînt denumite „pompă de electroni", și respectiv „ecluză de electroni". Acestea sînt formate din combinații de mai multe „cutii de electroni" și joncțiuni tunel. Comanda transferului de electroni se face cu ajutorul unei tensiuni de înaltă frecvență, astfel că se obține relația $I = e \cdot f$, unde f este frecvența tensiunii de comandă. Prima aplicație care decurge imediat este realizarea unor electrometre avînd o sensibilitate cu aprox. 5 ordine mărime mai ridicată decît cea a electrometrelor tradiționale, bazate pe tranzistoare cu efect de cîmp (tranzistoare FET). Se poate considera că tranzistorul SET reprezintă pentru electrometrie ceea ce SQUID-ul în curent continuu constituie pentru magnetometrie.

Dar tentația extraordinară a efectului „monoelectron" este aceea de realizare a unor dispozitive mai complexe, capabile de a măsura intensitatea unui curent electric cu incertitudinea sub 10^{-8}, pe baza relației $I = e \cdot f$, adică măsurînd frecvența f a transferului de electroni prin circuit. Aceasta va permite „închiderea" triunghiului metrologiei cuantice, reprezentat în fig. 2. Efectul *Josephson* și efectul

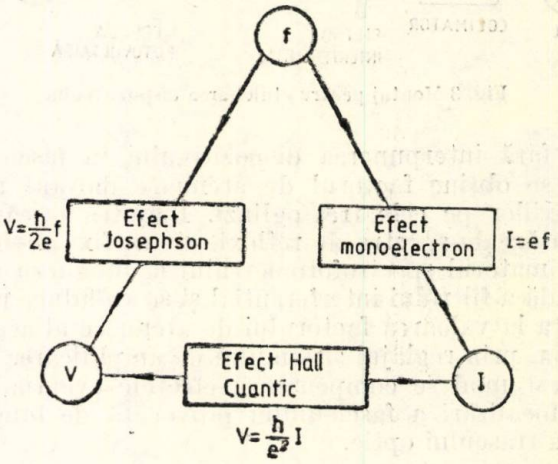


Fig. 2

Hall cuantic sînt deja utilizate de mai mulți ani pentru „reprezentarea" voltului și respectiv ohmului. Ecuațiile corespunzătoare sînt $V = (h/2e)f$ și $V = (h/e^2)I$, prin care se obține, pe de o parte, exprimarea unei tensiuni în funcție de frecvența f a unui cîmp de înaltă frecvență și, pe de altă parte, raportul V/I — avînd dimensiunea unei rezistențe — în funcție de constantele fundamentale e și h. Se poate concepe un experiment unde un dispozitiv „monoelectron" este parcurs de curentul I care alimentează un dispozitiv cu efect *Hall* cuantic. Tensiunea V la bornele acestuia se compară cu tensiunea furnizată de un etalon bazat pe efectul *Josephson*. Cele trei dispozitive pot funcționa simultan în același criostat și va constitui astfel un etalon unic prin care intensitatea curentului poate fi măsurată direct în funcție de sarcina elementară.

(Continuare la pagina 133)

INFORMAŢII

A 26-a REUNIUNE A COMITETULUI INTERNAŢIONAL DE METROLOGIE LEGALĂ

Comitetul Internaţional de Metrologie Legală (CIML) şi-a ţinut cea de a 26-a reuniune la Paris, între 7 şi 9 octombrie 1991. Dintre cele 60 state membre ale OIML, 40 au fost reprezentate la reuniune. Din partea României a participat dl. dr. ing. *Dan Stoichiţoiu*, inspector şef al Inspecţiei Metrologiei de Stat, membru al CIML.

Dintre deciziile importante ale Comitetului, trebuie menţionată alegerea prof. *M. Kochsiek*, director al Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Germania), ca vicepreşedinte al CIML. A fost ales de asemenea dl. *Ph. Degavre*, inginer la Inspecţia Generală de Metrologie din Belgia, ca director adjunct al Biroului Internaţional de Metrologie Legală (BIML), care îl va înlocui pe dl. *S. A. Thulin* începînd cu octombrie 1992.

Comitetul a apreciat lucrările ce au fost realizate de BIML împreună cu organizaţiile de metrologie ale statelor membre. Pînă în prezent, au fost elaborate şi difuzate 23 Documente Internaţionale şi 104 Recomandări Internaţionale, care sînt larg utilizate în toate ţările lumii. În afară de acestea, BIML a publicat şi alte lucrări, de o deosebită importanţă pentru activităţile de metrologie din lume, referitoare la terminologie, bibliografie pentru învăţămîntul în domeniul metrologiei, organizarea metrologiei în ţările membre, echipamentul recomandat pentru serviciile naţionale de metrologie şi furnizorii de asemenea echipamente, planificarea laboratoarelor de metrologie, ghid pentru efectuarea etalonărilor etc.

S-a luat notă de progresul înregistrat în ţările membre în instituirea organelor naţionale însărcinate cu implementarea Sistemului de Certificare OIML (informaţii cu privire la acest sistem au fost publicate în nr. 1 din 1991 al revistei noastre). Comitetul a fost informat că primele certificate OIML sînt în curs de a fi eliberate către sfîrşitul anului 1991.

Au fost prezentate rapoarte asupra unor cursuri de perfecţionare organizate pentru metrologi din ţări în curs de dezvoltare.

S-a subliniat de asemenea dezvoltarea relaţiilor dintre OIML şi diverse organizaţii internaţionale şi regionale cu activităţi conexe, în particular CEI şi ISO, respectiv CEN şi CENELEC, organizaţii care manifestă un interes crescînd faţă de domeniul metrologiei.

Comitetul a discutat de asemenea relaţiile dintre OIML şi constructorii de mijloace de măsurare. Dată fiind importanţa acestei probleme, a fost publicată o notă (Bull. OIML nr. 125, dec. 1991, p. 4), în care se arată că OIML, încă de la înfiinţarea sa, a făcut eforturi pentru a implica toţi fabricanţii interesaţi în lucrările sale tehnice. Deşi cea mai mare parte a activităţilor OIML este susţinută de organisme guvernamentale însărcinate, în ţările lor, cu activităţi de metrologie legală, OIML constituie de asemenea un forum în care pot participa toate părţile interesate în reglementarea caracteristicilor metrologice ale mijloacelor de măsurare, inclusiv fabricanţii acestora, contribuind la adoptarea deciziilor finale. Evident, partea cea mai interesată şi prioritar vizată este tocmai cea formată din reprezentanţii celor ce fabrică aparatele de măsurat, care pot, pe de o parte, demonstra cu competenţa maximă posibilităţile tehnice şi limitele tehnico-economice specifice industriei moderne şi trebuie, pe de altă parte, să se supună exigenţelor şi performanţelor fixate prin reglementările naţionale, armonizate, la rîndul lor, cu cele ale OIML.

Această participare ia două forme :

— la nivelul ţărilor, constructorii pot colabora în cadrul grupelor de lucru naţionale la definirea atitudinii faţă de proiectele de Recomandări OIML ;

— la nivelul regional sau internaţional, asociaţiile constructorilor pot fi admise, la cererea lor, ca instituţii de legătură în sînul grupelor de lucru OIML de interes.

În acest context, CIML a luat cunoştinţă cu interes de scrisoarea Comitetului European al Constructorilor de Aparate de Cîntărit (CECIP) adresată celei de a 26-a reuniuni, în care se exprimă intenţia constructorilor membri ai CECIP de a determina autorităţile naţionale să urgenteze introducerea Recomandărilor OIML în reglementările naţionale. Comitetul a reamintit că în trecut a cerut, în repetate rînduri, membrilor săi să implice cît mai strîns constructorii de aparate în lucrările tehnice ale OIML.

În sfîrşit, Comitetul a evidenţiat că politica de lucru a OIML vizează prevederea în Recomandările OIML a **performanţelor metrologice** ce trebuie atinse şi a **metodelor de încercare** şi nu a cerinţelor privind concepţia (construcţia) acestora, ceea ce ar putea frîna inovarea în domeniu.

Pentru a răspunde numeroaselor solicitări care ne-au fost adresate, dăm în paginile următoare titlurile publicaţiilor OIML elaborate pînă în prezent : recomandări internaţionale, documente internaţionale, alte publicaţii. Toate aceste publicaţii pot fi consultate în biblioteca Institutului Naţional de Metrologie sau la Inspecţia Metrologiei de Stat. Informaţii în legătură cu conţinutul publicaţiilor pot fi obţinute la aceleaşi surse, prin corespondenţă sau telefonic.

Recomandări internaţionale OIML editate în limba engleză şi franceză

R1 Greutăţi cilindrice de la 1 g la 10 kg (de clasă de precizie medie) (1973)
R2 Greutăţi paralelipipedice de la 5 la 50 kg (de clasă de precizie medie) (1973)
R4 Măsuri de sticlă calibrate (cu un reper) (1970)
R5 Contoare pentru lichide, altele decît apa, cu camere de măsurare (1981)
R6 Dispoziţii generale pentru contoare de volum de gaz (1989)
R7 Termometre medicale (de sticlă, cu mercur, cu dispozitiv de maximum) (1978)
R9 Verificarea şi etalonarea blocurilor etalon de duritate Brinell (1970)
R10 Verificarea şi etalonarea blocurilor etalon de duritate Vickers (1970)
R11 Verificarea şi etalonarea blocurilor etalon de duritate Rockwell B (1970)
R12 Verificarea şi etalonarea blocurilor etalon de duritate Rockwell C (1970)
R14 Zaharimetre polarimetrice (1978)
R15 Instrumente de măsurare pentru masa hectolitrică a cerealelor (1970)
R16 Manometre pentru instrumente de măsurare a tensiunii arteriale (sfigmomanometre) (1970)
R18 Pirometre optice cu dispariţia filamentului (1989)

R20 Greutăți de clase de precizie $E_1E_2F_1F_2M_1$ de la 50 kg la 1 mg (1973)
R21 Taximetre (1973)
R22 Tabele alcoolmetrice internaționale (1975)
R23 Manometru pentru anvelopele autovehiculelor (1973)
R24 Metru etalon rigid pentru verificatori (1973)
R25 Greutăți etalon pentru verificatori (1977)
R26 Seringi medicale (1973)
R27 Contoare de volum pentru lichide (altele decît apa). Dispozitive complementare (1973)
R29 Măsuri de lucru pentru capacitate (1973)
R30 Etaloane terminale de lungime (cale etalon) (1981)
R31 Contoare de volum de gaz cu diafragmă (1989)
R32 Contoare de volum de gaz cu pistoane rotative și contoare de volum de gaz cu turbină (1989)
R33 Valoarea convențională a rezultatului cîntăririi în aer (1973)
R34 Clasele de precizie ale instrumentelor de măsurare (1974)
R35 Măsuri pentru lungime materializate pentru uz general (1985)
R36 Verificarea penetratoarelor pentru mașinile de încercare pentru duritate (1977)
R37 Verificarea mașinilor de încercare pentru duritate (sistem Brinell) (1977)
R38 Verificarea mașinilor de încercare pentru duritate (sistem Vickers) (1977)
R39 Verificarea mașinilor de încercare pentru duritate (sistemele Rockwell B, F, T — C, A, N) (1977)
R40 Pipete gradate etalon pentru verificatori (1977)
R41 Biurete etalon pentru verificatori (1977)
R42 Poansoane de marcat pentru verificatori (1977)
R43 Măsuri de sticlă gradate etalon pentru verificatori (1977)
R44 Alcoolmetre și areometre pentru alcool și termometre utilizate în alcoolmetrie (1985)
R45 Butoaie și budane (1977)
R46 Contoare de enegie electrică activă pentru conectare directă (de clasa 2) (1978)
R47 Greutăți etalon pentru verificarea aparatelor de cîntărit de mare capacitate (1978)
R48 Lămpi cu filament de tungsten pentru etalonarea pirometrelor optice (1978)
R49 Contoare de apă (destinate măsurării apei reci) (1977)
R50 Aparate de cîntărit automate cu totalizare continuă (1980)
R51 Aparate de cîntărit pentru control și aparate de cîntărit pentru clasificare (1985)
R52 Greutăți hexagonale. Clasa de precizie ordinară, de la 100 g la 50 kg (1980)
R53 Caracteristici metrologice ale elementelor receptoare elastice utilizate pentru măsurarea presiunii. Metode pentru determinarea acestora (1982)
R54 Scara pH pentru soluții apoase (1981)
R55 Contoare de viteză, contoare mecanice de distanță și cronotahografe pentru autovehicule. Reglementări metrologice (1981)
R56 Soluții etalon pentru reproducerea conductivității electroliților (1981)
R57 Instalații de măsurare pentru lichide, altele decît apa, echipate cu contoare de volum. Dispoziții generale (1982)
R58 Sonometre (1984)
R59 Umidimetre pentru semințe de cereale și pentru semințe oleaginoase (1984)
R60 Reglementări metrologice pentru celulele de cîntărire (1991)
R61 Dozatoare gravimetrice automate (1985)
R62 Caracteristici funcționale ale traductoarelor tensometrice metalice rezistive (1985)
R63 Tabele de măsurare pentru petrol (1985)
R64 Cerințe generale pentru mașini de încercare a materialelor (1985)
R65 Cerințe pentru mașini de încercat materiale la tracțiune și la comprimare (1985)
R66 Aparate de măsurare pentru lungime (1985)
R67 Instalații de măsurare pentru lichide, altele decît apa, echipate cu contoare de volum. Control metrologic (1985)
R68 Metode de etalonare pentru celule de conductivitate (1985)
R69 Viscozimetre cu tub capilar din sticlă pentru măsurarea viscozității cinematice (1985)
R70 Determinarea erorilor de bază și de histerezis la analizoarele de gaz (1985)
R71 Rezervoare fixe. Prescripții generale (1985)
R72 Contoare de apă destinate măsurării apei calde (1985)
R73 Prescripții pentru gazele pure CO, CO_2, CH_4, H_2, O_2, N_2 și Ar destinate preparării amestecurilor de gaze etalon (1985)
R74 Aparate de cîntărire electronice (în curs de revizuire)
R75 Contoare de energie termică (1988)
R76 Aparate de cîntărire neautomate
Partea 1 : Cerințe metrologice și tehnice — Încercări
Partea 2 : Raportul de încercare de model
(în curs de apariție)
R77 Instalații de măsurare pentru lichide, altele decît apa, echipate cu contoare de volum. Prescripții specifice pentru anumite instalații (1989)
R78 Pipete Westergren pentru măsurarea vitezei de sedimentare a hematiilor (1989)
R79 Etichetarea ambalajelor (1989)
R80 Autocisterne și cisterne de cale ferată (1989)
R81 Dispozitive și sisteme de măsurare pentru lichide criogenice (cuprinzînd tabele de densități pentru argon, heliu, hidrogen, azot și oxigen lichide) (1989)
R82 Cromatografe în fază gazoasă pentru măsurarea poluărilor cu pesticide și cu alte substanțe toxice (1989)
R83 Cromatografe în fază gazoasă echipate cu un spectrometru de masă și cu un sistem de analiză a poluanților organici în apă (1990)
R84 Sensori cu termorezistență de platină, cupru sau nichel (pentru uz industrial sau comercial) (1989)
R85 Indicatoare automate de nivel pentru măsurarea nivelului în rezervoare fixe (1989)
R86 Contoare cu tambur pentru alcool și dispozitivele complementare aferente (1989)
R87 Conținutul net al preambalajelor (1989)
R88 Sonometre integratoare de valoare medie (1989)

R89 Electroencefalografe — Caracteristici metrologice — Metode și mijloace de verificare (1990)
R90 Electrocardiografe — Caracteristici metrologice — Metode și mijloace de verificare (1990)
R91 Instalații radar pentru măsurarea vitezei vehiculelor (1990)
R92 Umidimetre pentru lemn — Metode și mijloace de verificare : prescripții generale (1990)
R93 Focometre (1990)
R95 Nave cisternă — Prescripții generale (1990)
R96 Recipiente de măsurare (1990)
R97 Barometre (1990)
R98 Măsuri pentru lungime materializate de înaltă precizie (1991)
R99 Instrumente de măsurare pentru gazele de eșapament ale autovehiculelor (1991)
R100 Spectrometre cu absorbție atomică pentru măsurarea poluanților metalici în apă (1991)
R101 Manometre, vacuummetre și manovacuummetre indicatoare și înregistratoare (1991)
R102 Calibratoare acustice (1992)
R103 Aparatură de măsurare pentru reacția umană la vibrații (în curs de apariție)
R104 Audiometre pentru sunete pure (în curs de apariție)

Documente internaționale OIML

Editate în limbile engleză și franceză

D1 Legea metrologiei (1975)
D2 Unități de măsură legale (1978)
D3 Atestarea legală a instrumentelor de măsurare (1979)
D4 Condiții de instalare și depozitare a contoarelor de apă rece (1981)
D5 Principii de stabilire a schemelor de ierarhizare pentru instrumente de măsurare (1982)
D6 Documentația pentru etaloane și dispozitive de etalonare (1983)
D7 Evaluarea etaloanelor pentru debitmetrie și dispozitivele utilizate pentru încercarea contoarelor de apă (1984)
D8 Principii referitoare la alegerea, recunoașterea oficială, utilizarea și conservarea etaloanelor (1984)
D9 Principii de supraveghere metrologică (1984)
D10 Recomandări pentru determinarea intervalelor de retalonare a instalațiilor de măsurare folosite în laboratoarele de încercări (1984)
D11 Prescripții generale pentru instrumentele de măsurare electronice (în curs de revizuire)
D12 Domenii de utilizare pentru instrumente de măsurare supuse verificării (1986)
D13 Recomandări pentru acordurile bi- sau multilaterale de recunoaștere a rezultatelor încercărilor, aprobărilor de model și verificărilor (1986)
D14 Formarea personalului pentru metrologia legală — Calificare — Programe de studiu (1989)
D15 Principii de alegere a caracteristicilor pentru examinarea instrumentelor de măsurare uzuale (1986)
D16 Principii de asigurare a controlului metrologic (1986)
D17 Schema de ierarhizare pentru instrumentele de măsurare a viscozității lichidelor (1987)
D18 Principii generale de utilizare a materialelor de referință certificate pentru măsurări (1987)
D19 Încercarea de model și aprobarea de model (1988)
D20 Verificarea inițială și ulterioară a instrumentelor și proceselor de măsurare (1988)
D21 Laboratoare secundare de etalonare în dozimetrie pentru etalonarea dozimetrelor utilizate în radioterapie (1990)
D22 Ghid pentru instrumentele portative de evaluare a poluanților din aer proveniți din zone de deversare a unor deșeuri toxice (1991)
D23 Principii de control metrologic al dispozitivelor utilizate pentru verificări (în curs de apariție)

Alte publicații OIML

Formarea

— Formarea în metrologie — Sinteză și bibliografie (1987, engleză, franceză)

Probleme administrative

— Recomandări pentru stabilirea unor reglementări metrologice simplificate (1989, engleză)
— Metrologia în statele membre ale OIML (1985, engleză, franceză)
— Semne și mărci de control metrologic ale statelor membre și membre corespondente ale OIML (1983, engleză, franceză)

Aparatura

— Verificarea aparaturii pentru Serviciile Metrologice Naționale (1986, engleză, franceză, spaniolă)
— Aparatură mobilă pentru verificarea basculelor pod pentru vehicule rutiere (1987, engleză, franceză)
— Furnizori de aparatură de verificare (1987, engleză, franceză)
— Planificarea laboratoarelor de metrologie și încercări (1989, engleză, franceză, spaniolă)

Duritatea

— Metrologia scărilor de duritate — Bibliografie (1981, engleză)
— Mărimi de influență pentru măsurările de duritate (1983, engleză)
— Blocuri de încercare a durității și penetratoare (1984, engleză)
— Aparate etalon pentru duritate (1989, engleză)

Verificarea și etalonarea

— Bibliografie pentru verificarea conținutului net al produselor preambalate (1987, engleză, franceză)
— Măsurări de densitate (1987, engleză, franceză)
— Ghid pentru etalonare (1989, engleză)
— Ghid pentru măsurări practice de temperatură (1989, engleză)

Al XII-lea Congres Mondial IMEKO

În perioada 5—10 septembrie 1991 s-a desfășurat la Beijing, China, al XII-lea Congres Mondial IMEKO (Confederația Internațională de Măsurări), în organizarea Societății Chineze de Măsurări (organizație membră în IMEKO, reprezentînd China) și a Centrului de Conferințe Internaționale pentru Știință și Tehnologie din China.

Concomitent cu congresul, s-a organizat o expoziție internațională de tehnologie a măsurării și controlului, IMECT '91.

Programul tehnic a inclus o sesiune plenară, 10 discuții la masă rotundă ale Comitetelor Tehnice IMEKO și 32 sesiuni tehnice pe specialități, derulate parțial în paralel, incluzînd peste 300 comunicări prezentate efectiv de autori din 35 țări (cele mai multe comunicări au fost prezentate de autori din țara gazdă și din Italia, Japonia, Germania, Polonia, Coreea).

În ședința plenară au fost prezentate următoarele conferințe :

— Mecanica cuantică și măsurările de precizie (*N. F. Ramsey*, SUA).

— Progresul măsurărilor în China (*L.M. Shaozeng*, China)

— Date privind constantele fundamentale (*B. Taylor*, SUA).

Cele 10 discuții la masă rotundă au avut următoarele subiecte (în paranteză sînt menționate comitetele tehnice IMEKO organizatoare și moderatorul discuției) :

— Asigurarea metrologică în industrie (TC8, *Iu. V. Tarbeev*, URSS).

— Calculatoare și sisteme expert în diagnoza tehnică pentru anii '90 (TC10, *J. Kozak*, Ceho-Slovacia).

— Învățămîntul superior în domeniul măsurărilor, reflectarea schimbărilor rapide în tehnologia informației (TC1, *F. Mesch*, Germania)

— Sisteme în trepte utilizînd traductoare de forță în paralel pentru realizarea etaloanelor de forță de capacitate mare (TC3, *M. Peters*, Germania).

— Progrese în măsurările clinice (TC13, *E. R. Carson*, M. Britanie).

— Măsurări specifice nano-tehnologiei (TC14, *T. Pfeifer*, Germania).

— Noi cerințe ale educației în țările în curs de dezvoltare (TC11, *J. Bozicevic*, Iugoslavia).

— Utilizarea metodelor mecanicii experimentale în controlul proceselor și calității producției (TC15, *K. H. Laermann*, Germania).

— Progrese recente în măsurarea presiunii (TC16, *M. J. Kopp*, SUA).

— Senzori și sisteme senzoriale în robotica modernă (TC17, *S. Tachi*, Japonia).

Sesiunile de comunicări au fost axate, în principal, pe :
— teoria măsurării, erori/incertitudini de măsurare
— învățămîntul superior în domeniul măsurărilor
— sisteme inteligente de măsurare
— tehnologia modernă a senzorilor
— holografie, analiza imaginilor
— achiziție de date, prelucrarea semnalelor
— estimarea parametrilor, analiza statistică
— etalonări și intercomparări de etaloane
— materiale de referință
— măsurări de mărimi fizice specifice :
  — mărimi geometrice
  — masă, forță
  — presiune
  — debit
  — vibrații, deplasări, mărimi acustice
  — mărimi electrice
  — temperatură, mărimi termice
  — mărimi optice, radiometrice
— măsurări în domenii specifice :
  — industrie
  — agricultură
  — robotică
  — biologie, medicină
  — controlul proceselor, încercări de calitate

Din România au participat la congres dnii. prof. *I. Goia* (Univ. Brașov), prof. *I. Popescu* (Univ. Brașov) și ing. *D. M. Ștefănescu* (Inst. Politehnic București), care au prezentat patru lucrări.

*

Concomitent cu congresul, a avut loc a 34-a ședință a Consiliului General IMEKO. S-a făcut o trecere în revistă a listei bogate de manifestări organizate sau co-organizate de Comitetele Tehnice IMEKO, precum și o analiză a celor programate pentru perioada viitoare. Cu acest prilej s-a luat în discuție oportunitatea înființării unui nou Comitet Tehnic, dedicat măsurărilor analitice în domeniul protecției mediului.

Au fost de asemenea examinate pregătirile pentru următorul Congres Mondial IMEKO, care se va ține în 1994 la Torino, în Italia.

S-a hotărît ca pentru al XIV-lea Congres Mondial să fie acceptată invitația organizației membre din Finlanda, astfel că acesta va avea loc în 1997 la Helsinki.

Societatea Română de Măsurări, organizație membră a IMEKO, a fost reprezentată la ședința Consiliului General de către dl. *Dan Mihai Ștefănescu*, membru al TC3 — IMEKO.

Din activitatea de metrologie legală în Germania

În anul 1990 au fost verificate în Germania, de către organismele autorizate, 8.786.889 mijloace de măsurare din domeniile comerțului, tranzacțiilor, sănătății, securității, transportului (domenii supuse controlului metrologic al statului). Dintre acestea, sortimentele cu cel mai mare număr de exemplare verificate sînt : termometre medicale din sticlă (cca. 3,6 milioane), rezervoare diverse (1 mil.), aparate pentru tensiunea arterială (1 mil.), termometre medicale electronice (1 mil.), mase etalon diverse (0,4 mil.), balanțe diverse (0,3 mil.), tahigrafe și taximetre (0,15 mil.), etc. Alte sortimente verificate : pipete, densimetre, butirometre, camere pentru numărarea celulelor, măsuri de lungime, contoare de apă, contoare de gaz, contoare de căldură, contoare de energie electrică, tonometre, aparate pentru CO etc.

Este interesant că peste 3% din mijloacele de măsurare verificate au fost respinse. Procentul de respingeri este surprinzător de mare la unele sortimente, ca : contoare de căldură (21%), sonometre (19%), densimetre (11%), tonometre (9%), anumite sortimente de balanțe (7...8%), vitezometre pentru autovehicule (7,5%), aparate pentru măsurarea conținutului de CO (6%), contoare de apă (4,6%) mașini de sortat ouă (4,5%), dozimetre (3,1%) etc.

Simpozion internațional EUROLAB

În anul 1990 au fost înființate două organizații europene noi: „European Organisation for Testing and Certification" (EOTC) și „Organizația pentru încercări din Europa" (EUROLAB). Ambele organizații au ca obiectiv facilitarea integrării europene în domeniul certificării calității.

EOTC este axată în special pe domeniul recunoașterii reciproce a sistemelor de asigurare și de certificare a calității existente în țările vest-europene, atît în CEE (Comunitatea Economică Europeană) cît și AELS (Asociația Europeană a Liberului Schimb). EUROLAB se concentrează asupra problemelor organizatorice și tehnice ale încercărilor și etalonărilor. Cele două organizații colaborează strîns în legătură cu acreditarea laboratoarelor, prin „grupurile de acord" (Agreement Groups), care caută să armonizeze reglementările naționale și să impună directivele comunitare.

În organizarea EUROLAB și cu concursul altor organisme, printre care și EOTC, la începutul anului 1992 are loc primul simpozion EUROLAB intitulat „Quality Management and Assurance in Testing Laboratories", la Strasbourg (Franța). Lucrările cuprinse în programul simpozionului sînt grupate astfel:

- factori organizaționali;
- factori tehnici și instrumentali;
- factori umani;
- cerințe privind asigurarea calității;
- acreditarea laboratoarelor.

În două ședințe plenare figurează referate de sinteză privind: armonizarea tehnică în Comunitatea Europeană; tendințe europene în încercarea și certificarea calității; motivații pentru promovarea calității în laboratoare; recunoașterea reciprocă a rezultatelor încercărilor; calitatea încercărilor și etalonărilor. Autorii referatelor sînt personalități cunoscute, reprezentînd organizații europene din domenii conexe preocupărilor EOTC și EUROLAB.

Printre cele 62 comunicări programate, cel puțin 10 tratează, integral sau parțial, probleme de metrologie: trasabilitatea etalonărilor, organizarea etalonărilor și principii de descentralizare, factori umani în calitatea etalonărilor, estimarea incertitudinilor de etalonare, laboratoare de metrologie a materialelor etc.

(continuare din pagina 128)

Perspectivele care decurg de aici promit împlinirea „visului" de un secol al metrologiei primare, acela de a renunța complet la etaloanele macroscopice ale unităților de măsură fundamentale. Devine posibilă determinarea cu incertitudini sub 10^{-8} a constantelor fundamentale cele mai importante. Amperul poate fi redefinit prin adoptarea unei valori convenționale pentru sarcina elementară, iar kilogramul ar putea fi determinat prin experimentele electromecanice de tip „balanță de curent" și „electrometru absolut", care în prezent sînt folosite în sens invers, pentru definirea unităților electrice în funcție de cele mecanice.

Pe un termen mai lung, cercetătorii au în vedere și constituirea unei electronici digitale „minimale", bazate pe circuite logice „monoelectron": un bit va corespunde prezenței sau absenței unui singur electron pe o insulă! S-ar ajunge astfel la ultima expresie a miniaturizării unui calculator. Pentru aceasta însă va trebui pusă la punct fabricarea de joncțiuni la scară moleculară, obținîndu-se capacități suficient de mici pentru ca dispozitivele să poată funcționa la temperatura mediului ambiant.

A. Millea

PARTEA OFICIALĂ

NORMA TEHNICĂ DE METROLOGIE NTM 3–128–77
VERIFICAREA METROLOGICĂ A APARATELOR DE MĂSURAT PRESIUNEA ARTERIALĂ (SFIGMOMANOMETRE)

1 Domeniul de aplicare

1.1 Prezenta normă se referă la verificarea aparatelor pentru măsurarea presiunii arteriale (sfigmomanometre), folosite în medicină.

2 Clasificare si descriere

2.1 Aparatele pentru măsurarea presiunii arteriale se pot clasifica, după felul dispozitivului de măsurare, în :

— aparate de măsurat presiunea arterială cu manometre cu mercur ;

— aparate de măsurat presiunea arterială cu manometre cu element elastic.

2.2 Aparatele de măsurat presiunea arterială, care fac obiectul prezentei norme, au următoarele părţi componente principale :

— manometrul ;

— brasarda ;

— para de cauciuc ;

— tuburile de legătură ;

— cutia sau geanta.

3 Condiţii tehnice

3.1 Aparatul trebuie să se afle în stare bună de funcţionare, fără urme de lovituri, murdării, coroziuni sau alte defecte care ar putea afecta utilizarea corectă a acestuia. Acoperirea de protecţie a diferitelor piese nu trebuie să aibă defecte.

3.2 Scara manometrului trebuie gradată în unitatea de presiune kilopascal, simbol kPa. Se admite gradarea şi în unităţile tolerate : milibar (mbar), milimetru coloană de mercur (mm Hg) sau centimetru coloană de mercur (cm Hg), în conformitate cu STAS 9446–76 (vezi anexa 1).

3.2.1 Valoarea limitei minime de măsurare trebuie să fie 0. Valoarea minimă a limitei maxime de măsurare trebuie să fie 40 kPa (400 mbar) sau 300 mm Hg.

OBSERVAŢIE. La aparatele existente în utilizare la data apariţiei prezentei norme se admit şi alte limite de măsurare.

3.2.2 Valoarea şi respectiv lungimea minimă a diviziunii scării gradate trebuie să corespundă valorilor date în tabelul 1.

Tabelul 1

Tipul manometrului	Valoarea diviziunii	Lungimea minimă a diviziunii*
Cu mercur	0,2 kPa (2 mbar)	0,7 mm
	0,5 kPa (5 mbar)	1,8 mm
	2 mm Hg	1,0 mm
	5 mm Hg	2,5 mm
Cu element elastic	0,2 kPa (mbar) sau 2 mm Hg	0,7 mm
	5 kPa (mbar) sau 5 mm Hg	1,8 mm

* Distanţa minimă între două repere consecutive.

3.2.3 Reperele şi cifrele scării gradate, precum şi inscripţiile de pe cadran trebuie să fie clare, fără întreruperi, bine delimitate, cu intensitatea culorii uniformă, fără defecte perceptibile cu ochiul liber.

3.2.4 Cel puţin fiecare al cincilea reper trebuie să fie mai lung decît celelalte. Fiecare al zecelea reper trebuie numerotat. Se admite numerotarea şi la al douăzecilea reper, dacă al zecelea reper se deosebeşte net de celelalte.

3.2.5 Grosimea reperelor nu trebuie să fie mai mare decît 1/5 din lungimea unei diviziuni.

3.2.6 La manometrele cu mercur, scara gradată trebuie trasată pe o placă care se fixează în lungul tubului. Axa scării gradate trebuie să fie paralelă cu axa tubului manometric, iar reperele să se vadă de o parte şi de alta a tubului.

3.2.7 La manometrele cu element elastic, scara gradată trebuie să fie concentrică şi trasată pe un cadran plan.

3.2.8 Placa sau cadranul cu scara gradată poate fi deplasabil cu ajutorul unui dispozitiv, pentru a permite reglajul la zero. La manometrele cu dispozitive de reglare la zero, placa sau cadranul nu trebuie să se deplaseze sub acţiunea unor vibraţii sau şocuri uşoare (lovituri cu degetul).

3.3 Tubul manometric trebuie să fie transparent, incolor, curat şi fără alte defecte care ar putea împiedica citirea corectă.

3.3.1 Diametrul interior al tubului trebuie să fie cel puţin 4 mm. Se admite şi utilizarea de tuburi cu diametrul interior cel puţin 3 mm, dacă coloana de mercur nu se rupe.

3.3.2 În poziţia de lucru, tubul manometric trebuie să fie vertical. Abaterea de la verticalitate trebuie să fie maximum 3°.

3.4 Culoarea acului indicator trebuie să contrasteze cu culoarea cadranului.

*) Editată sub conducerea Inspecţiei Metrologiei de Stat.

3.4.1 Grosimea vîrfului acului indicator, la extremitatea care servește la citire, nu trebuie să depășească grosimea reperelor.

3.4.2 La deplasarea acului indicator, acesta trebuie să acopere cel puțin 1/3 și cel mult 2/3 din lungimea reperelor celor mai scurte.

3.4.3 Distanța între acul indicator și cadran, în orice poziție a acului, nu trebuie să depășească $(0{,}02\ L + 1)$ mm, unde L este lungimea acului indicator de la axul de rotire pînă la vîrf.

3.4.4 La creșterea lentă și uniformă a presiunii, acul indicator trebuie să se deplaseze fără salturi, într-un plan paralel cu cadranul.

3.4.5 Cu aprobarea Inspecției Metrologiei de Stat se admit, la manometrele cu element elastic și cadran fix, dispozitive de reglare a poziției acului indicator la reperul zero.

3.5 Cutia aparatului cu manometru cu mercur trebuie să fie stabilă cînd este așezată pe un plan orizontal.

3.6 La manometrele cu element elastic, mecanismul de măsurare trebuie protejat printr-o carcasă cu geam, care trebuie să asigure etanșeitate la praf. Geamul trebuie să fie transparent, incolor, curat și fără alte defecte care ar putea împiedica citirea corectă. În cazul în care capacul (rama) cu geam a carcasei este amovibil, acesta trebuie astfel fixat încît demontarea acestuia din exterior să fie imposibilă fără deteriorare.

3.7 Manometrul, brasarda, para de cauciuc cu supapa și ventilul, tuburile de legătură și celelalte elemente ale aparatului în care acționează presiunea în timpul măsurării trebuie să fie etanșe. La o presiune egală cu limita de măsurare a manometrului și cu ventilul închis, pierderea de presiune nu trebuie să fie mai mare de 1,3 kPa ($\approx$10 mm Hg) pe minut.

3.8 La manometrele cu mercur, dispozitivele de asigurare pentru împiedicarea scurgerii mercurului la extremitatea superioară a tubului și partea superioară a rezervorului, în timpul transportului sau la o creștere bruscă a presiunii peste limita maximă de măsurare, trebuie să asigure accesul liber al aerului în sistemul de măsurare. O descreștere bruscă de presiune de 25 kPa ($\approx$190 mm Hg) nu trebuie să dureze mai mult de 1,5 secunde.

3.9 Erorile tolerate la verificarea inițială sau periodică a manometrelor sînt :

— la manometrele cu mercur : $\pm$0,4 kPa
$\pm$4 mbar
$\pm$3 mm Hg ;

— la manometrele cu element elastic :
$\pm$0,6 kPa
$\pm$6 mbar
$\pm$4,5 mm Hg.

3.9.1 La verificarea manometrelor în serviciu, erorile tolerate sînt de 1,5 ori cele indicate la pct 3.9.

NOTĂ. Verificarea manometrelor în serviciu este o verificare care se poate efectua între două verificări periodice, în timpul exploatării aparatelor. Astfel de verificări se execută de regulă în unitatea unde sînt utilizate aparatele.

3.9.2 La manometrele cu dispozitiv de reglare la zero, conform pct. 3.2.8, vîrful menisculului mercurului sau al acului indicator trebuie să fie în dreptul reperului zero, în lipsa unei suprapresiuni în aparat. La manometrele cu dispozitiv de reglare la zero, conform pct. 3.4.5, acesta trebuie să permită aducerea acului indicator la zero, cu o abatere care nu trebuie să depășească jumătate din eroarea tolerată. La manometrele fără dispozitiv de reglare la zero, eroarea de zero nu trebuie să depășească eroarea tolerată.

3.9.3 Eroarea de bază și variația nu trebuie să depășească eroarea tolerată.

3.9.4 La lovirea ușoară (cu degetul) a cutiei sau carcasei manometrului, modificarea indicației, la aceeași valoare a presiunii în aparat, nu trebuie să depășească jumătate din eroarea tolerată.

3.10 Pe placa cu scara gradată sau pe cutie, la aparatele cu manometre cu mercur și pe cadran, la cele cu element elastic, trebuie să existe următoarele inscripții :

— denumirea sau emblema întreprinderii producătoare ;

— numărul și anul de fabricație ;

— unitatea de măsură.

La aparatele cu manometru cu mercur (cu rezervor și tub), pe cutie trebuie să se indice și valoarea diametrului interior al tubului precum și toleranțele acestuia.

4 Verificare

4.1 *Operații de verificare*

Verificarea aparatelor de măsurat presiunea arterială comportă următoarele operații :

a) examinarea aspectului exterior și a construcției ;

b) verificarea etanșeității ;

c) verificarea poziției menisculului mercurului sau a acului indicator față de reperul zero (eroarea de zero) ;

d) determinarea erorii de bază și a variației indicațiilor ;

e) verificarea dispozitivului de asigurare împotriva scurgerii mercurului din manometrele cu mercur.

4.2. *Mijloace pentru verificare*

Pentru verificarea aparatelor de măsurat presiunea arterială sînt necesare următoarele mijloace :

— manometru etalon cu eroare de măsurare cel mult egală cu 1/4 din eroarea tolerată a manometrului de verificat și intervalul de mă-

surare cel puțin egal cu al manometrului de verificat ;
— calibru tampon de 3 mm ;
— lupă Brinell ;
— lupă cu grosismentul 2× ;
— cronometru cu valoarea diviziunii 0,1 s ;
— sursă de presiune cu un dispozitiv care să asigure variația lină și uniformă a presiunii în limitele intervalului de măsurare a manometrului ;
— tuburi flexibile.

4.3 *Condiții de verificare*

4.3.1 Temperatura aparatului și a mediului ambiant trebuie să fie în limitele (20±5)°C, iar umiditatea (60±15)%. La verificarea manometrelor în serviciu (pct. 3.9.1), temperatura poate fi între limitele +10 și +45°C.

4.3.1.1 Înainte de verificare, aparatele trebuie să stea în limitele de temperatură menționate mai sus (pct. 4.3.1), cel puțin 6 ore.

4.3.2 Vibrațiile și trepidațiile trebuie eliminate, astfel încît amplitudinea oscilațiilor meniscului mercurului sau a acului indicator să nu depășească 0,1 din eroarea tolerată.

4.3.3 În timpul verificării caracteristicilor de funcționare ale manometrului (operația *d*) de la pct. 4.1, etalonul și manometrul de verificat trebuie să se afle în poziția de lucru.

4.3.4 Fluidul de lucru pentru crearea presiunii în aparat trebuie să fie aerul sau alt gaz neutru.

4.3.5 Sistemul de verificare a caracteristicilor de funcționare ale manometrului trebuie să fie etanș, astfel încît la menținerea timp de 1 minut, în sistemul închis, a unei presiuni egală în valoare cu limita maximă de măsurare a manometrului verificat, să nu se constate nici o scădere de presiune.

4.4 *Metode de verificare*

4.4.1 Examinarea aspectului exterior și a construcției se face prin controlul îndeplinirii indicațiilor tehnice privitoare la :

— starea generală a aparatului . . . . . .pct. 3.1
— scara gradată . . . . .pct. 3.2...3.2.8
— tubul manometric . . . .pct. 3.3...3.3.2
— acul indicator . . . . .pct. 3.4...3.4.4
— cutia, carcasa . . . . .pct. 3.5. și 3.6
— inscripții . . . . . .pct. 3.10.

Verticalitatea tubului manometric se stabilește cu un verificator, iar restul condițiilor tehnice cu ochiul liber. Prin sondaj, sau în caz de dubii la examinarea cu ochiul liber, condițiile 3.2.5 și 3.4.1...3.4.4 se verifică cu lupa, iar diametrul interior al tubului manometric cu calibrul tampon.

4.4.2 Verificarea etanșeității

4.4.2.1 Cu ajutorul perei de cauciuc a aparatului se realizează, în acesta, o suprapresiune pînă la limita maximă de măsurare a manometrului, se așteaptă apoi 1—2 minute cu ventilul închis, timp în care presiunea indicată de manometru nu trebuie să scadă mai mult decît valoarea indicată la pct. 3.7.

4.4.3 Determinarea erorii de bază și a variației indicațiilor

4.4.3.1 Înainte de începerea determinării se examinează poziția meniscului mercurului sau a acului indicator față de reperul zero (eroarea de zero). La manometrele cu placă sau cadran cu scară gradată deplasabil, se aduce reperul zero în dreptul vîrfului meniscului sau respectiv al acului indicator ; la aparatele cu cadran fix și dispozitiv de reglare la zero a acului indicator, se aduce vîrful acului în dreptul reperului zero al scării. După reglarea la zero se verifică dacă sînt îndeplinite condițiile de la pct. 3.9.2.

4.4.3.2 Pentru determinarea erorii de bază și a variației indicației manometrului se separă de aparat (brasardă etc.) și se racordează cu manometrul etalon și sursa de presiune (pct. 4.2). Sistemul de verificare trebuie să îndeplinească condiția de la pct. 4.3.5.

4.4.3.3 Determinarea erorii de bază și a variației indicației se face la cel puțin 6 valori de presiune (sau repere) uniform repartizate pe scara gradată, între care și cea corespunzătoare limitei maxime de măsurare.

4.4.3.4 Verificarea se face prin una din următoarele căi :

a) se stabilește la etalon presiunea de verificare și se face apoi citirea la manometrul de verificat ;

b) se creează presiune în sistemul de verificare pînă ce acul indicator al manometrului de verificat se află în dreptul reperului care se verifică și se citește apoi valoarea efectivă a presiunii la etalon.

4.4.3.5 Verificarea se face la aceleași valori de presiune (sau repere), atît la creșterea presiunii pînă la limita maximă de măsurare a manometrului, cît și la descreșterea presiunii pînă la presiunea atmosferică. Înainte de a se face verificarea cu presiuni în descreștere, manometrele cu element elastic se mențin 20 minute la presiunea corespunzătoare limitei de măsurare. Creșterea și respectiv descreșterea presiunii trebuie să se facă lin și uniform, astfel încît valorile de presiune (sau reperele) de verificare să nu fie depășite.

În timpul determinării erorii de bază și variației indicațiilor, se verifică și condițiile de la pct. 3.4.1...3.4.4 și 3.9.4. După verificarea cu presiuni în descreștere, la atingerea presiunii atmosferice, se determină din nou eroarea de

zero, fără a acționa dispozitivul de reglare la zero. Eroarea de zero trebuie să satisfacă condiția de la pct. 3.9.2.

Eroarea de bază, definită ca diferență între indicația manometrului verificat și indicația etalonului la fiecare valoare de presiune (sau reper) de verificare, atît la verificarea cu presiuni în creștere cît și la verificarea presiunii în descreștere, nu trebuie să depășească valoarea absolută a erorii tolerate.

Variația, definită — în cazul verificării conform pct. 4.4.3.4 *a* ca diferența între indicația manometrului la verificarea cu presiuni în descreștere și respectiv în creștere, la aceeași valoare a presiunii (realizată după etalon), nu trebuie să depășească valoarea absolută a erorii tolerate și trebuie să fie mai mare ca zero. În cazul verificării conform pct. 4.4.3.4 *b*, variația se definește ca diferența dintre indicația etalonului la verificarea cu presiuni în creștere și respectiv în descreștere, la același reper verificat de pe scara manometrului verificat. Și în acest caz, variația nu trebuie să depășească valoarea absolută a erorii tolerate și trebuie să fie mai mare ca zero.

4.4.4 Verificarea dispozitivului de asigurare împotriva scurgerii mercurului din manometrele cu mercur

Se rotește mai întîi manometrul cu 180° față de poziția de lucru, se zgîlțîie și se menține în această poziție 1 minut; nu trebuie să se constate nici o scurgere de mercur din manometru. Se readuce apoi manometrul în poziția normală de lucru și se realizează în acesta o suprapresiune mai mare de 25 kPa (190 mm Hg), după care se produce o descreștere bruscă de presiune de 25 kPa (190 mm Hg), prin punerea rapidă a rezervorului manometrului în contact cu presiunea atmosferică. Se cronometrează timpul în care se produce această descreștere bruscă de presiune. Această măsurare se repetă de trei ori; valoarea medie aritmetică a celor trei valori individuale nu trebuie să depășească 1,5 s.

5 Marcare

5.1 Aparatele de măsurat presiunea arterială care corespund prescripțiilor prezentei norme sînt admise la verificare și se marchează de către organele Inspecției Metrologiei de Stat cu marca pentru verificare metrologică.

5.2 Aparatele care nu îndeplinesc condițiile din prezenta normă nu se marchează, folosirea lor fiind interzisă.

ANEXĂ 1

Valorile echivalente în unități SI ale unităților de presiune tolerate, admise a fi utilizate la gradarea manometrelor de la aparatele de măsurat presiunea arterială

Unitatea tolerată		Valoarea echivalentă în unități SI
Denumirea	Simbol	
Centimetru coloană de mercur	cm Hg	1 cm Hg = 1 333 Pa = 13,33 kPa = 1,333 kPa
Milimetru coloană de mercur	mm Hg	1 mm Hg = 133,3 Pa = 1,333 kPa = 0,1333 kPa
Milibar	mbar	1 mbar = 100 Pa = 1 k Pa = 0,1 kPa

În conformitate cu STAS 9446—76, termenele limită pînă la care pot fi utilizate unitățile tolerate sînt:
cm și mm Hg: 31 decembrie 1980;
mbar: nelimitat

NORMA TEHNICĂ DE METROLOGIE NTM 3 — 154 — 87

ETALONAREA METROLOGICĂ A INSTALAȚIILOR ETALON FOLOSITE LA VERIFICAREA CONTOARELOR DE VITEZĂ (APOMETRELOR)

1 Domeniul de aplicare

1.1 Prezenta normă tehnică de metrologie se referă la etalonarea instalațiilor etalon folosite la verificarea contoarelor de viteză (apometrelor).

1.2 Contoarele de viteză (apometrele) sînt mijloace de măsurare care se folosesc pentru măsurarea cantităților de apă debitate sub presiune.

1.3 Prezenta normă tehnică de metrologie se aplică instalațiilor etalon aflate în exploatare, cît și celor ieșite din fabricație sau reparație.

1.4 Respectarea prevederilor din prezenta normă tehnică de metrologie este obligatorie pentru toate unitățile care etalonează, fabrică sau repară instalații etalon de acest tip.

2 Clasificare și descriere

2.1 Instalațiile etalon pentru verificarea apometrelor se pot clasifica după următoarele criterii :

2.1.1 După numărul camerelor de măsurare (compartiment), în :

— instalații cu o singură cameră (compartiment) de măsurare ;

— instalații cu două sau mai multe camere (compartimente) de măsurare.

2.1.2 După felul meselor (bancurilor) de verificat în :

— instalații cu bancuri de verificare pentru contoare individuale ;

— instalații cu bancuri de verificare pentru contoare montate în serie.

2.1.3 După felul cum este adusă apa la instalația etalon, în :

— cu racordare directă la rețeaua de apă potabilă, cu apă în circuit deschis ;

— cu racordare la un rezervor de nivel constant, la care apa ajunge la contorul de verificat prin cădere liberă, cu apă în circuit închis ;

— cu racordare la un rezervor de acumulare și pompare a apei către contorul de verificat, cu apă în circuit închis.

2.2 *Principiul de funcționare și descrierea instalațiilor*

2.2.1 Schema de principiu a instalației etalon pentru verificarea contoarelor este arătată în fig. 1. În principiu instalația se compune dintr-un recipient calibrat în unități de volum,

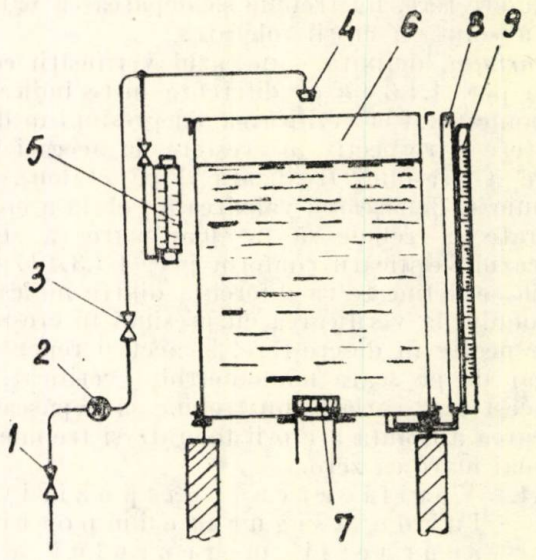


Fig. 1

o masă de încercare și un dispozitiv pentru măsurarea debitului.

Fluidul de lucru (apa) trece prin apometrul de verificat în recipientul calibrat. Diferența între cantitatea de apă indicată de apometru și cantitatea de apă citită la recipientul calibrat, reprezintă eroarea absolută a apometrului de verificat.

2.2.2 Descrierea instalațiilor etalon

2.2.2.1 Instalația de verificare a apometrelor cu diametrul Ø 10 ..... 40 mm este arătată în fig. 2.

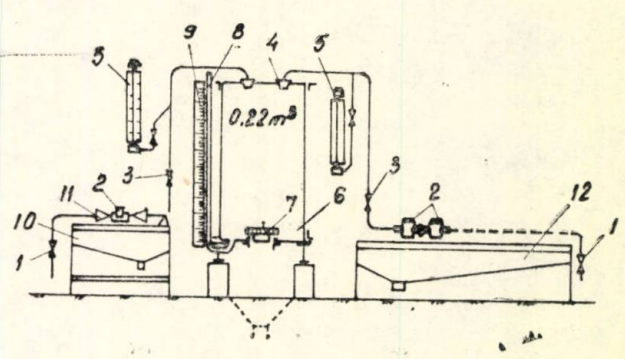


Fig. 2

Instalația se compune din următoarele :

— recipientul calibrat (7) a cărui capacitate este de 0,22 m³, masa (11) pentru verificarea individuală a apometrelor și masa (13) pentru verificarea în serie a apometrelor, apometrul

(2) de verificat, ventilul (1) de închidere, robinetul (3) de reglare, ajutajul (duza) (4), indicatorul de debit (5), recipientul calibrat (6), supapa de golire (7), tubul de sticlă (8), rigla de lucru (10), ştuţul de reducţie (11).

2.2.2.2 Instalaţia etalon pentru verificarea apometrelor cu diametrul Ø 50 ... 80 mm este arătată în fig. 3 (reperele numerotate au aceiaşi semnificaţie ca la fig. 2)

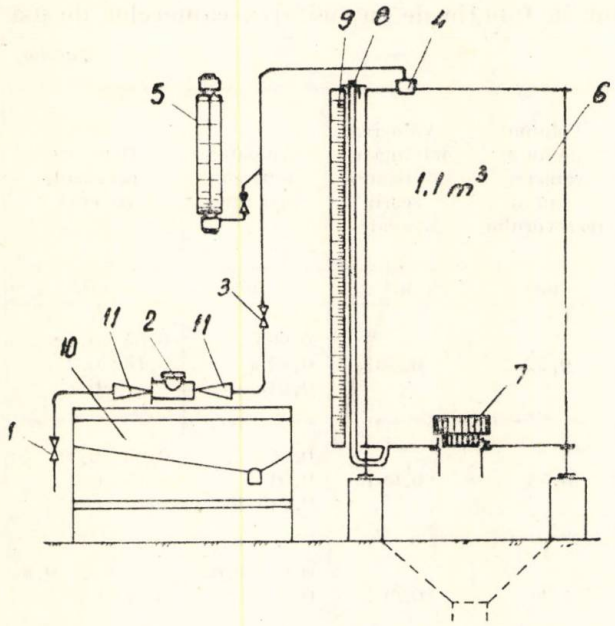


Fig. 3

2.2.2.3 Instalaţia etalon pentru verificarea apometrelor cu diametrul Ø 100 ... 300 mm este arătată în fig. 4. Ea se compune din aceleaşi elemente componente ca şi instalaţia din fig. 2; are în plus dispozitivul de comutare a jetului (12).

Rezervorul calibrat al tuturor instalaţiilor este un rezervor metalic, la care secţiunea transversală este circulară, pătrată sau dreptunghiulară. Acesta este prevăzut cu supapă de evacuare a apei, cu tub de sticlă şi riglă gradată în litri pentru măsurarea cantităţii de apă şi cu fir cu plumb pentru supravegherea poziţiei orizontale permanente a rezervorului.

Rezervoarele calibrate pentru verificarea apometrelor pînă la Ø = 40 mm, au un singur compartiment, iar cele pentru verificarea apometrelor cu diametrul Ø = 50 ... 300 mm, se pot executa atît cu un compartiment cît şi cu două compartimente.

Rezervoarele calibrate ale instalaţiilor etalon pentru verificarea contoarelor cu diametrul Ø = 100 ... 200 mm pot fi rezervoare cu o singură cameră, iar pentru apometrele cu diametrul de Ø = 100 ... 300 mm, pot fi cu o singură cameră sau cu două camere (fig. 4).

În cazul rezervorului bicameral (fig. 4), supapa de evacuare şi conductele de golire au secţiune mare care permite încercări de durată (în timp ce un compartiment se umple, celălalt compartiment trebuie să se golească), iar cantitatea de apă trecută prin apometru este independentă de capacitatea rezervorului.

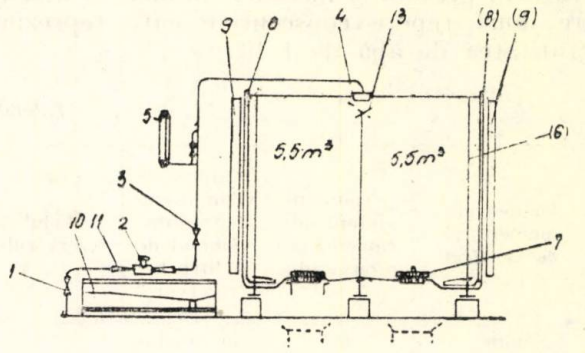


Fig. 4

Ca indicator de debit se poate folosi un manometru cu tub şi rezervor, un debitmetru de tip rotametru sau oricare alt mijloc de măsurare a debitului.

3 Condiţii tehnice

3.1 Încăperea în care se află instalaţia de verificare a apometrelor trebuie să fie destul de mare şi suficient de luminoasă pentru ca operaţiile de verificare şi citire să se facă în bune condiţii.

Temperatura încăperii în care se montează instalaţia trebuie să fie 20 ± 5°C.

Pardoseala trebuie să aibă sifon pentru scurgerea apei, iar în dreptul meselor de încercare trebuie să se aşeze grătare de lemn sau alte mijloace de protecţie contra umezelii.

Pentru manipularea apometrelor cu diametre peste 50 mm, în încăperea respectivă se vor monta dispozitive de ridicat.

3.2 Materialele folosite la construcţia părţilor componente ale unei astfel de instalaţii trebuie să fie rezistente din punct de vedere mecanic şi să nu fie influenţate de acţiunea apei şi a agenţilor atmosferici.

3.3 Rezervoarele de măsurare pot fi cilindrice, în cazul celor cu două sau mai multe camere de măsurare.

Rezervorul se montează pe fundaţie astfel încît să se poată controla etanşeitatea dispozitivului de golire. Se recomandă ca rezervorul să aibă un fir cu plumb pentru a se putea controla verticalitatea.

Capacitatea totală a rezervorului (camerei de măsurare) trebuie astfel aleasă încît, chiar la debite mari, să nu împroaşte apa în afară; să cuprindă cel puţin 110% din cantitatea minimă de apă care trebuie trecută prin apometrul supus verificării pentru prima încercare (vezi tab. 4, N.T.M. nr. 3—151—77).

În tabelul 1 se dau capacităţile rezervoarelor în funcţie de diametrele apometrelor supuse ve-

rificării, precum și distanța minimă în mm între două repere consecutive care reprezintă cantitatea de apă de 1 litru.

Tabelul 1

Diametrul apometrului de verificat	Volumul minim al camerei sau rezervorului	Mărimea diviziunii care reprezintă volumul de 1 litru la rezervor	Felul rezervorului
mm	m^3	mm (minim)	
D_n 15, 20 (25) 30 și 40	0,22	6	Cu o singură cameră
D_n 50(60) și 80	2 a 0,55	3	Cu două camere
D_n 50(60) și 80	1,1	1,5	Cu o singură cameră
D_n 100, 150, 200, 250 și 300	2 a 5,5	0,3	Cu două camere
D_n 100, 150, 200, 250 și 300	11	0,15	Cu o singură cameră

Observație — Dimensiunile trecute în paranteză nu sînt recomandate.

3.3.1 Pereții rezervorului trebuie să fie verticali, iar secțiunea sa transversală trebuie să fie aceeași pe toată înălțimea.

Înălțimea peretelui despărțitor va fi mai mică decît a pereților laterali încît să permită trecerea apei dintr-o cameră în alta fără ca apa să fie deversată în afară.

3.3.2 Fiecare cameră de măsurare trebuie să fie prevăzută cu dispozitiv de golire așezat la partea inferioară. Acest dispozitiv trebuie să fie etanș, confecționat din materiale care să nu oxideze în contact cu apa și așezat în așa fel ca, atunci cînd camera este golită, nivelul apei rămase în cameră să fie în dreptul reperului zero de pe scara gradată a sticlei de nivel.

Scurgerea apei din camera de măsurare trebuie să fie vizibilă din exterior, pentru a se putea controla etanșeitatea dispozitivului de golire.

3.3.3 Fiecare cameră de măsurare trebuie să fie prevăzută cu o sticlă de nivel cu un diametru interior de circa 20 mm și cu o scară metalică gradată.

Citirea se face fie în dreptul meniscului, fie în dreptul unui reper trasat pe un plutitor cilindric.

3.3.4 Scara gradată a indicatorului de nivel trebuie să aibă suprafața netedă, fără asperități și să fie acoperită cu un lac incolor; reperele trebuie să fie corespunzător trasate, de aceeași grosime, paralele între ele și perpendiculare pe muchia riglei cu scară gradată. Pe riglă se poate atașa un cursor care să culiseze în lungul scării gradate și cu care să se poată efectua citirea mai corectă a indicațiilor.

3.3.5 În tabelul 2 se dau valorile diviziunilor în funcție de capacitatea camerelor de măsurare, precum și reperele care se numerotează pe scara gradată.

Tabelul 2

Volumul minim al camerei sau al rezervorului	Valoarea minimă a diviziunii scării gradate	Valoarea reperelor mai lungi	Reperele prevăzute cu cifre
m^3	m^3	m^3	m^3
0,22	0,001	0,005; 0,01; 0,015 etc.	0,05; 0,1; 0,15; 0,2 etc.
0,55	0,001	0,005; 0,01; 0,015 etc.	0,05; 0,1; 0,15; 0,2 etc.
1,1	0,002	0,01; 0,02; 0,03 etc.	0,1; 0,2; 0,3; 0,4 etc.
5,5	0,010	0,05; 0,1; 0,15 etc.	0,5; 1; 1,5; 2 etc.
11	0,020	0,1; 0,2; 0,3 etc.	0,5; 1; 1,5 etc.

Reperele corespunzătoare valorii minime a diviziunii nu se trasează pe întreaga scară gradată, ci numai la partea superioară și inferioară a reperelor cu cifre sau fără cifre care corespund cantităților minime necesare verificării contoarelor pentru prima, a doua și a treia încercare (vezi tabelul 4 din NTM nr. 3—151—77 pentru verificarea contoarelor de apă).

Numărul reperelor pentru cea mai mică valoare a diviziunii se alege în funcție de valoarea erorii tolerate a contorului de verificat. Este obligatoriu ca rigla gradată să aibă trasat reperul zero, restul reperelor putînd fi situate numai în zona 1/3 ... 3/3 din capacitatea recipientului.

3.4 Rezervoarele metalice trebuie să fie confecționate din tablă de oțel care să nu se deformeze sub acțiunea presiunii hidrostatice.

3.4.1 Rezervorul metalic trebuie protejat în interior și la exterior împotriva coroziunii; stratul de vopsea trebuie să fie bine aplicat și să reziste la variații de temperatură între —5°C și +60°C.

3.5 Duzele (ajutajele) trebuie confecționate din aliaje de cupru, cu suprafețele interioare șlefuite; pe ele se vor imprima debitele maxime (Q_{max}) în m^3 pe oră sau litri pe oră.

Calculul aproximativ al acestor duze se face după formula:

$$Q_{max} = 3\,600 \cdot \alpha \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

în care:

Q_{max} debitul în m^3/h

α coeficientul de debit care are în general valoarea de 0,82

S secțiunea orificiului duzei $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$ în m^2

g accelerația gravitației 9,81 m/s^2

h presiunea înaintea duzei și care se ia de 1 m col. apă pentru indicatoarele cu apă și de 10 m col. apă pt. indicatoarele cu mercur.

Duzele sînt confecționate, în general, pentru următoarele mărimi de debite maxime:

100; 200; 500; 1 000; 2 000; 5 000; 10 000 și 20 000 litri pe oră pentru indicatoarele de debit cu apă și plutitor și de 300; 600; 3 000; 6 000; 30 000; 90 000 și 255 000 litri pe oră pentru indicatoarele de debit cu mercur.

Observație. — În condiții de exploatare, la nevoie, se poate face o ajustare corespunzătoare a duzelor, potrivit rezultatelor experimentale.

3.6 Indicatorul de debit cu apă trebuie să aibă un plutitor care să se deplaseze ușor în tubul de sticlă fără a atinge pereții interiori ai tubului. Acest plutitor trebuie să fie prevăzut cu o linie de demarcație (reper) pentru citirea indicațiilor pe scara gradată a indicatorului de debit.

3.6.1 Indicatoarele de debit cu mercur trebuie să aibă rezervorul confecționat din material care să nu poată fi atacat de mercur. Mercurul care se introduce în rezervor trebuie să fie curat.

3.6.2 Scara gradată a indicatorului de debit trebuie să fie rigidă, cu reperele și cifrele trasate vizibil.

Lungimea scării gradate, de la reperul zero la cel maxim, trebuie să fie de circa 650 mm și fixată astfel încît să permită deplasarea în sus și în jos cu circa 15 mm în scopul de a se aduce reperul zero al scării gradate în dreptul meniscului din tub.

3.6.3 Scara gradată a indicatorului de debit cu apă este divizată în 10 părți, cu reperele numerotate (10, 20, 30, ... 100). Valoarea diviziunii reprezintă debitul de funcționare dat în procente din debitul maxim înscris pe duza folosită.

Exemplu: Q_{max} înscris pe duza 5 000 litri (5m^3 pe oră); pe scara gradată a indicatorului de debit, plutitorul se află la reperul 40. Rezultă că debitul (Q) de curgere a apei în acel moment este:

$$Q = \frac{5 \cdot 40}{100} = 2\ m^3/h$$

3.6.4 Scara gradată a indicatorului de debit cu mercur este divizată în general direct în unități de debit și trebuie să cuprindă toate debitele necesare verificării contoarelor de apă pe instalația respectivă. Dacă debitul maxim înscris pe duza folosită este altul decît indicația maximă a scării gradate a indicatorului de debit, se va ține seama de aceasta, multiplicînd corespunzător indicația cu raportul dintre cele două debite menționate mai sus.

Exemplu: Scara indicatorului de debit este divizată de la 0 la 3000; dacă se montează duza de 30 000 litri, atunci indicațiile scării gradate se vor înmulți cu 10. Dacă se folosește duza cea mică de 600 litri, indicațiile se vor înmulți cu 1/5.

3.6.5 Calculul distanței dintre reperele scării gradate ale indicatorului de debit se face după formula:

$$l = K \cdot Q^2$$

în care:

l distanța de la reperul zero la reperul din dreptul meniscului, în m;

Q debitul de apă la care se face verificarea, în m^3/h;

K coeficientul de proporționalitate, constant pentru același indicator de debit și determinat din relația:

$$K = \frac{l_{max}}{Q^2_{max}}$$

în care:

l_{max} distanța de la reperul zero la ultimul reper, în m;

Q_{max} debitul maxim corespunzător inscripției de pe duză, în m^3/h.

3.7 Instalațiile etalon de lucru pentru verificarea apometrelor cu indicator de debit cu mercur trebuie să fie prevăzute cu două robinete (unul pentru reglaj brut și altul pentru reglaj fin al debitului) care se montează pe conducta de evacuare în aval de apometru.

3.8 Robinetul de închidere și deschidere trebuie să funcționeze ușor și să fie etanș; el se montează pe conducta de alimentare înainte de intrarea apei în apometru. La conductele cu

diametrul mai mare de 50 mm, acest robinet se înlocuiește cu o vană.

3.9 Conductele de alimentare și de evacuare a apei din apometru trebuie să aibă un diametru interior egal cu diametrul celui mai mare apometru care se verifică la instalația respectivă.

Aceste conducte trebuie să fie astfel montate, încît apometrul supus verificării să fie tot timpul plin cu apă; pentru aceasta, conducta de evacuare trebuie să fie prelungită cu circa 1 m deasupra apometrului.

3.9.1 Toate conductele de legătură, robinetele și celelalte părți ale instalației trebuie să fie asamblate etanș și să nu aibă scurgeri de apă.

3.10 Instalațiile etalon pentru verificat apometre trebuie să fie prevăzute cu o porțiune dreaptă de conductă de cel puțin 10 *D* în amonte de la locul de montare al apometrului și cel puțin 5 *D* în aval de locul de montare al apometrului.

3.11 Masa de încercare (bancul sau rampa) la care se montează apometrele supuse verificării trebuie confecționată din metal, protejată împotriva coroziunii și bine fixată de pardoseala încăperii. Masa trebuie să fie prevăzută cu piese anexă (știuțuri, reducții și dispozitive pentru manipularea apometrelor de dimensiuni mari etc.).

3.12 La instalațiile unde sînt variații mari de presiune se vor instala regulatoare de presiune pentru reducerea pulsațiilor.

Cînd există pulsații de presiune în conducta de alimentare, raportul dintre valoarea minimă a presiunii și cea maximă, nu trebuie să fie mai mic decît 0,9.

3.13 Eroarea tolerată admisă pentru capacitatea rezervorului, respectiv a camerelor de măsurare, este de $\pm 0{,}1\%$ din capacitatea totală a rezervorului, respectiv a camerei de măsurare.

3.13.1 Eroarea tolerată admisă pentru distanța dintre reperele scării gradate a indicatorului de debit nu trebuie să depășească $\pm 2\%$ din valoarea maximă a lugimii scării gradate (distanța dintre reperele extreme).

3.14 Fiecare instalație va fi prevăzută cu o placă metalică fixată de rezervor prin nituire, la loc vizibil, pe care se va imprima:

— denumirea sau emblema întreprinderii constructoare;
— capacitatea camerelor de măsurare;
— numărul de serie și anul fabricației.

4 Metode de verificare

Verificarea instalației utilizată la încercarea apometrelor comportă următoarele operații:

— verificarea aspectului exterior și a construcției;
— verificarea etanșeității camerelor de măsurare;
— verificarea poziției reperului zero al scării gradate;
— verificarea indicațiilor scării gradate;
— verificarea indicatorului de debit;
— verificarea duzelor (ajutajelor).

4.1 *Verificarea aspectului exterior și a construcției*

4.1.1 Verificarea aspectului exterior și a construcției se face constatînd dacă au fost îndeplinite condițiile privitoare la:

— felul și caracteristicile încăperii . . pct 3 1;
— dimensiuni, natura și calitatea materialelor . . . . . pct 3.2.; 3.3.; 3.4
— duzele . . . . . pct. 3.5
— indicatorul de debit . pct 3.6
— robinetul de închidere și de reglare . . . . . pct. 3.7.; 3.8
— conductele de alimentare . pct. 3.9.; 3.10
— masa de încercare . . . . pct. 3.11
— inscripții . . . . . pct. 3.14

4.2 *Verificarea etanșeității camerelor de măsurare*

4.2.1 Această verificare se face prin umplerea completă cu apă a camerelor de măsurare și citirea nivelului apei din tubul de sticlă al scării gradate.

Se lasă camera de măsurare plină cu apă timp de 30 minute, după care se face o a doua citire pe scara gradată; cele două citiri trebuie să corespundă; în caz contrar, instalația se respinge la verificare, nefiind asigurată etanșeitatea necesară.

În timpul verificării etanșeității se controlează și dispozitivul de golire, pentru a se constata dacă nu picură apă.

4.3 *Verificarea poziției reperului zero al scării gradate*

4.3.1 După ce se execută verificarea etanșeității se controlează dacă reperul zero al scării gradate de la sticla de nivel este corect trasat. Pentru aceasta, se umple complet sau parțial fiecare cameră de măsurare și apoi se golește complet. După 3 ... 4 minute de așteptare de la golire, cu supapa de golire deschisă, se va observa dacă nivelul apei din sticla de nivel coincide cu reperul zero de pe scara gradată a camerei respective. În caz contrar, poziția reperului zero este eronată și trebuie modificată corespunzător.

4.4 *Verificarea indicațiilor scărilor gradate*

4.4.1 Pentru verificarea indicațiilor scării gradate a fiecărei camere de măsurare se toarnă în camera de măsurare apă cu ajutorul unui etalon de capacitate care nu trebuie să aibă o abatere mai mare de $\pm 0{,}025\%$.

Etaloanele de capacitate de acest fel, care pot fi de 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 litri etc. trebuie să aibă certificate de etalonare.

Citirea pe scara gradată se face numai după ce apa deversată din etalon în camera de mă-

surare s-a liniștit. La această verificare, abaterea maximă este de $\pm 0{,}1\%$ din capacitatea totală a camerei de măsurare.

4.4.2 Verificarea reperelor se va face în funcție de capacitatea camerei de măsurare, după cum se arată în tabelul 3.

Tabelul 3

Volumul minim al camerei sau al rezervorului de măsurare	Reperele care se verifică
m^3	dm^3
0,22	din 50 în 50
0,55	din 100 în 100
1,1	din 100 în 100
5,5	din 500 în 500
11,0	din 500 în 500

Reperele intermediare nu se verifică obligatoriu. Operația de verificare se va executa de două ori; dacă la ambele verificări abaterile se încadrează în limitele erorilor tolerate, instalația este admisă la verificare.

4.5 *Verificarea indicatorului de debit*

4.5.1 Pentru a se verifica dacă reperele scării gradate a indicatorului de debit au fost trasate corect, se procedează în modul următor:

— se închide dispozitivul de golire a camerei de măsurare, se deschide robinetul de reglare și se stabilește cu el un debit oarecare de curgere a apei prin apometrul montat la masa de încercare. Debitul ales este indicat de plutitor sau de meniscul coloanei de mercur al indicatorului;

— se cronometrează timpul t de trecere al apei prin apometru (3 ... 6 minute), între două repere numerotate de pe scara gradată a rezervorului calibrat (măsurare dinamică), iar debitul măsurat se calculează astfel:

$$Q = \frac{V}{t} 3\,600 \text{ m}^3/\text{h}$$

în care:

V volumul măsurat pe scara gradată a rezervorului calibrat, în timpul t (m^3);

t timpul corespunzător, măsurării volumului V (s);

— se măsoară cu rigla gradată în mm lungimea l_{max}, adică distanța de la reperul zero până la reperul extrem al indicatorului de debit și se calculează valoarea lui K prin relația:

$$K = \frac{l_{max.}}{Q^2_{max.}}$$

Q_{max} fiind debitul maxim înscris pe duza folosită;

— se calculează lungimea l, adică distanța dintre reperul zero și reperul în dreptul căruia se află meniscul mercurului sau indicele plutitorului de la indicatorul de debit, prin relația:

$$l = K \cdot Q^2$$

— se măsoară apoi cu rigla gradată, pe scara gradată a indicatorului de debit lungimea l și se compară valoarea găsită cu cea obținută prin calculul de mai sus;

Cele două valori ale lui l (cea calculată și cea măsurată direct) nu trebuie să difere între ele cu mai mult de $\pm 2\%$.

Această operație se execută pentru cel puțin trei repere diferite de pe scara gradată a indicatorului de debit, pentru fiecare duză și dacă la toate operațiile se obțin valori în limitele abaterilor de $\pm 2\%$, reperele de pe scara gradată a indicatorului de debit sînt corect trasate.

Observație. Înainte de a se începe verificarea, se controlează dacă reperul zero al scării gradate a indicatorului de debit coincide cu meniscul mercurului sau cu reperul de pe plutitor. În caz contrar, se deplasează corespunzător scara indicatorului pentru a se obține coincidența necesară.

4.6 *Verificarea duzelor*

4.6.1 Pentru verificarea duzelor se procedează în modul următor:

— se montează duza de verificat la capătul conductei de evacuare și se lasă să treacă prin apometrul montat la masa de încercare, debitul maxim (Q_{max}) înscris pe duză (plutitorul sau coloana de mercur se va ridica în acest caz pînă la reperul extrem);

— se închide dispozitivul de golire al camerei de măsurare;

— se lasă să curgă apă în camera de măsurare pînă ce se observă că apa din sticla de nivel a acesteia se urcă liniștit, fără salturi;

— în momentul cînd nivelul apei ajunge la un anumit reper de pe scara gradată a sticlei de nivel, se pornește cronometrul și se măsoară timpul t_1 pentru trecerea în rezervor a unei anumite cantități V_1 de apă aleasă mai înainte (100, 200 etc. litri);

— se calculează astfel debitul convențional adevărat ($Q_{c.v.}$) trecut prin duză, cu expresia:

$$Q_{c.v.} = \frac{V_1}{t_1}$$

— se compară $Q_{c.v}$ cu valoarea maximă a debitului înscris pe duză și citit pe scara indicatorului, calculîndu-se abaterea cu expresia:

$$\delta\% = \frac{Q_{max.} - Q_{c.v.}}{Q_{c.v}} 100$$

Dacă abaterea depășește valoarea de ±2%, duza trebuie recondiționată.

4.7 Rezultatele verificării și datele care caracterizează instalația se vor consemna într-un certificat de etalonare în care se vor nota:

— capacitatea camerei (camerelor) de măsurare, numărul duzelor și mărimea lor, felul indicatorului de debit;

— caracteristicile etaloanelor de capacitate cu care s-a făcut verificarea indicațiilor;

— rezultatele obținute la verificarea scării gradate a sticlei de nivel, a indicatorului de debit și a duzelor.

5 **Marcare**

5.1 Instalațiile pentru verificarea apometrelor, care corespund prescripțiilor din prezenta normă tehnică de metrologie, se marchează de către organele metrologiei de stat cu marca pentru verificări metrologice.

5.2 Marca de verificare se aplică pe:

— rigla metalică de la sticla de nivel;

— scara gradată a indicatorului de debit;

— placa cu inscripții.

Pe duze se aplică numai o singură marcă, la prima verificare (inițială), prin poansonare.

5.3 Instalațiile care nu îndeplinesc condițiile din prezenta normă nu se investesc cu marca de verificare, utilizarea lor fiind interzisă.

ABONAMENTELE PENTRU ANUL 1992

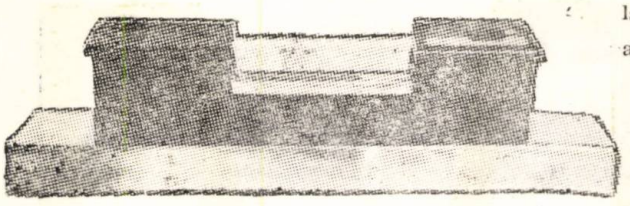
Vă puteți asigura primirea tuturor numerelor revistei METROLOGIE prin abonamente anuale.

Costul unui abonament (4 numere) este de 600 lei anual. Abonamentele se fac pe adresa Institutului Național de Metrologie șos. Vitan Bîrzești nr. 11 sector 4 București, cont 309800201 BCR filiala sect. 4.

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ÉS KÖZPONT ORSZÁGOS 1983

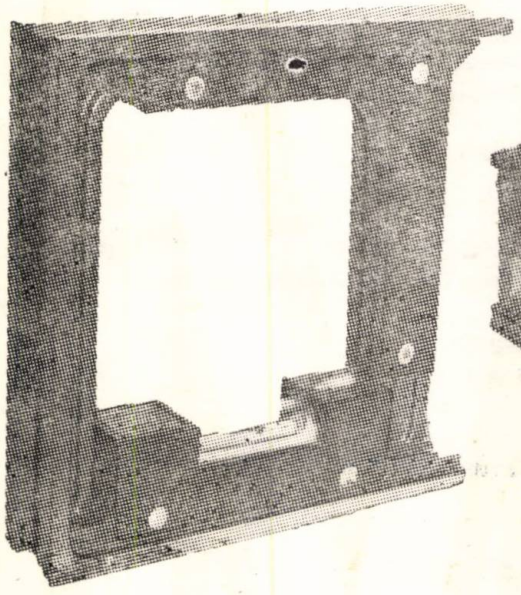
SOCIETATEA COMERCIALĂ

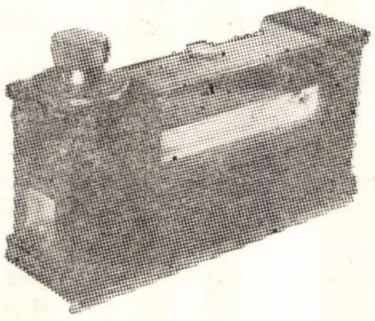
INDUSTRIA OPTICA ROMANA S.A.



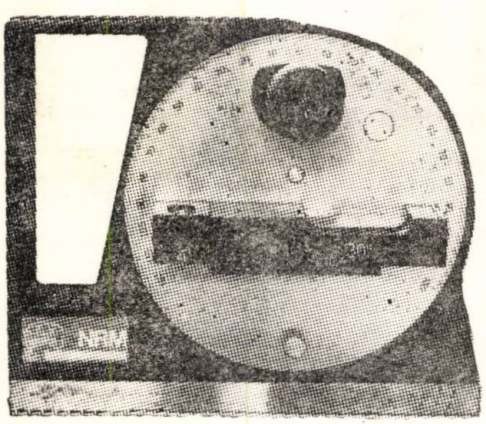
produce și livrează microscoape industriale, medicale și de cercetare ; aparate și instrumente pentru măsurări metrologice ; aparatură stomatologică și de tehnică oftalmologică ; linii tehnologice pentru montat lentile de ochelari ; lentile de ochelari, inclusiv comenzi pentru rețete ; aparate de proiecție CINE, EPI și DIA ; aparate, obiective și accesorii foto.

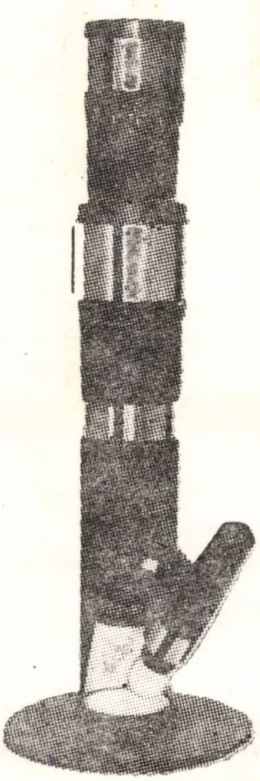
Vă prezentăm unul din domeniile noastre de activitate :

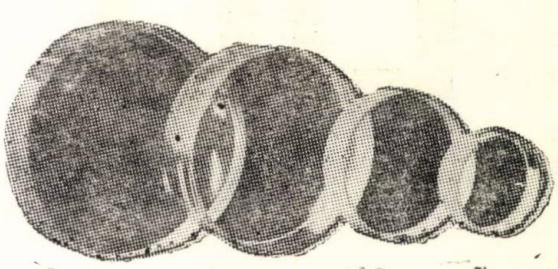




- **NIVELĂ CILINDRICĂ** — fabricată în 4 tipodimensiuni, diferențiate prin precizie de la 0,3 la 2 mm/m și lungimea monturii între 60...90 mm
- **NIVELĂ PARALELIPIPEDICĂ** — fabricată în 12 tipodimensiuni diferențiate prin valoarea diviziunii de la 0,002 la 0,3 mm/m și lungimea monturii între 150...250 mm
- **NIVELĂ CU CADRU** — fabricată în 10 tipodimensiuni diferențiate prin precizie cuprinsă între 0,05 ș 0,6 mm/m și lungimea monturii între 150...250 mm
- **NIVELĂ CU COINCIDENȚĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ MICROMETRICĂ** — cu precizie de 0,01 mm
- **NIVELĂ CU MICROSCOP** — cu precizie de 1′ (un minut) pe un interval de lucru de 120°
- **MICROSCOP DE MĂSURARE** — folosit pentru măsurărliniare și unghiulare, cu o precizie de 0,01, respectiv 10′ și un grosisment de 16×
- **CALIBRE CU RAZĂ SAU PLAN PARALELE** — se confecționează din sticlă optică ; precizie de execuție ș măsurare de ordinul franjelor de interferență ; se pot comandaîn orice dimensiune de rază și de diametru







Pentru informații suplimentare adresați-vă la

S.C. INDUSTRIA OPTICĂ ROMANĂ S.A
Aleea I.O.R. nr. 4, Sector 3, București—74404
Telefon : 21 20 80 ; 21 15 21 Telex : 10558

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

execută, pe bază de contract sau comandă fermă

SERVICII TEHNICO-ȘTIINȚIFICE:

COMPARAȚII DE ETALOANE pentru diferite mărimi fizice, cu referință națională sau internațională

ETALONAREA ȘI VERIFICAREA mijloacelor de măsurare (de diferite tipuri în condiții specificate de funcționare)

ÎNCERCAREA MODELELOR mijloacelor de măsurare

MĂSURĂRI ȘI DETERMINĂRI diverse de exactitate ridicată (pentru caracterizarea metrologică a produselor, fenomenelor, substanțelor, în condiții specificate)

ELABORAREA DE PROCEDURI de calibrare/etalonare/încercare/măsurare, metodologii, normative, prescripții etc.

Rezolvarea unor **PROBLEME DE TEHNICA MĂSURĂRII** (în legătură cu sisteme de măsurare, traductoare, senzori etc.)

Elaborarea/adaptarea de **PROGRAME DE CALCUL** pentru sisteme de măsurare și/sau de prelucrare a datelor experimentale

PERFECȚIONAREA PREGĂTIRII profesionale în domeniul metrologiei

CONSULTANȚĂ în domeniul metodelor și mijloacelor de măsurare

Etalonările, verificările, încercările și măsurările de exactitate se execută pe baza reglementărilor naționale românești (standarde, NTM etc.) și străine (ASTM, DIN, BS etc.) sau a celor internaționale CEI, ISO, OIML etc.)conform solicitărilor.

BUCUREȘTI, 75669, Șos. Vitan-Bîrzești nr. 11 Tel: 34 35 20; Fax: 34 65 85; Telex: 11871 inmb r

S.C. UNIVERSUL S.A.—3457

Preț lei 70